

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Lorenz Till Ackermann**

**Die „Entfesselte Kamera“ im  
Wandel der Zeit**

**2011**

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Die „Entfesselte Kamera“ im Wandel der Zeit**

Autor:  
**Herr Lorenz Till Ackermann**

Studiengang:  
**Film und Fernsehen (B.A.)**

Seminargruppe:  
**FF08w1- B**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr. Ing. Rainer Zschockelt**

Zweitprüfer:  
**Diplom Kameramann Marko Peppel**

Einreichung:  
Berlin, 9. Januar 2012

# **BACHELOR THESIS**

---

## **The “unleashed camera” through time**

author:

**Mr. Lorenz Till Ackermann**

course of studies:

**Film and Television (B.A.)**

seminar group:

**FF08w1- B**

first examiner:

**Prof. Dr. Ing. Rainer Zschockelt**

second examiner:

**Diplom Kameramann Marko Peppel**

submission:

**Berlin, 9 th of January 2012**

---

## **Bibliografische Angaben**

Ackermann, Lorenz Till

### **Die „Entfesselte Kamera“ im Wandel der Zeit**

#### **The “unleashed camera” through time**

43 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,  
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2011

## **Abstract**

Die bewegte, entfesselte Kamera eröffnete dem Film neue Dimensionen. Eine Symbiose zwischen Handkamera, Kran und Dolly wurde durch die von Garret Brown 1974 konstruierte Steadicam möglich. Wacklige Bilder durch Bewegungsfahrten der Handkamera gehören seitdem der Vergangenheit an. Meine Bachelorarbeit soll die Entwicklung der Steadicam bis zu seiner technischen Perfektion aufzeigen und die Möglichkeiten und Ansprüche dieses Systems im filmtechnischen sowie bildästhetisch-dramaturgischen Bereich ansatzweise nachvollziehbar machen.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Entstehungsgeschichte der Steadicam.....</b>	<b>3</b>
2.1 Garret Brown.....	3
<b>3 Funktionsprinzip der Steadicam .....</b>	<b>6</b>
3.1 Komponenten.....	6
3.1.1 Weste .....	6
3.1.2 Federarm .....	7
3.1.3 Das Rig.....	9
3.2 Balance und Justage.....	10
3.2.1 Statikbalance .....	11
3.2.2 Dynamikbalance .....	11
3.3 Konfiguration.....	11
3.3.1 Highmode .....	11
3.3.2 Lowmode .....	11
<b>4 Technische Entwicklungsetappen der Steadicam unter der Lizenz von Cinema Products Corporation.....</b>	<b>12</b>
4.1 Innovationen in zeitlicher Abfolge.....	20
4.2 Entwicklung nach dem Jahr 2000.....	23
<b>5 Weiterentwicklungen des Gesamtsystems Steadicam und Entwicklungstendenzen.....</b>	<b>27</b>
5.1 Das MK – V AR System .....	27
5.2 Steadicam Tango .....	28
5.3 Gyroskop .....	29
5.4 Spiegelrig.....	29
5.5 Spidercam/ Sky Cam .....	30
5.6 Mikroprozessor gesteuerte Balance .....	32
5.7 Eigene Innovation .....	32
5.7.1 Funktionsweise/ Aufbau .....	32

---

<b>6</b>	<b>Potenziale und Anforderungen der Steadicam .....</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>Resümee .....</b>	<b>42</b>
	<b>Quellennachweis .....</b>	<b>XII</b>
	<b>Anlagen .....</b>	<b>XV</b>
	<b>.....</b>	<b>XVIII</b>
	<b>.....</b>	<b>XIX</b>
	<b>.....</b>	<b>XX</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>XXI</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Steadicam Weste <a href="http://www.betz-tools.com">www. Betz - Tools. com</a> .....	6
Abbildung 2: Kräfteverteilung bei Steadicam Film & TV Kameramann S 22 2004-3 .....	7
Abbildung 3: Steadicam Federarm <a href="http://entertainment.howstuffworks.com/steadicam2.htm">http://entertainment.howstuffworks.com/steadicam2.htm</a> .....	7
Abbildung 4: Aufbau Steadicam Arm United States Patent 4,208,028 .....	8
Abbildung 5: Federprinzip Iso Elastik Arm United States Patent 5,360,196 .....	9
Abbildung 6: Aufbau Iso Elastik Arm United States Patent 5,360,196 .....	9
Abbildung 7: Die Balance Steadycam Letter September 1988 .....	10
Abbildung 8: Prototyp United States Patent 4,017,168 .....	12
Abbildung 9: CP 35 <a href="http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm">http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm</a> .....	13
Abbildung 10: Modell I Steadycam Letter Heft 2 Seite 8 3.Jan 1990 .....	14
Abbildung 11: Modell II <a href="http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm">http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm</a> .....	14
Abbildung 12: Modell III <a href="http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm">http://www.steadicam.orka.hr/povjest/povjest.htm</a> .....	15
Abbildung 13: EFP Modell <a href="http://steadicam_resource_manual.pdf">steadicam_resource_manual.pdf</a> .....	15
Abbildung 14: Modell III A <a href="http://steadicam_resource_manual.pdf">steadicam_resource_manual.pdf</a> .....	16
Abbildung 15: Sdeadicam SK 2 <a href="http://www.steadicam.com/images/content/videoSK2.jpg">http://www.steadicam.com/images/content/videoSK2.jpg</a> .....	17
Abbildung 16: Provid 1 <a href="http://1.bp.blogspot.com">http://1.bp.blogspot.com</a> .....	17
Abbildung 17: Provid 2 <a href="http://web.mac.com">http://web.mac.com</a> .....	17
Abbildung 18: "Elite" von der Master Serie <a href="http://www.camerasupport.com/Art/Steadicam/master-broadcast.jpg">http://www.camerasupport.com/Art/Steadicam/master-broadcast.jpg</a> ...	18
Abbildung 19: Steadicam Mini <a href="http://www.videoton.ru/Steadicam/424_large.jpg">http://www.videoton.ru/Steadicam/424_large.jpg</a> .....	18
Abbildung 20: Steadicam Ultra <a href="http://www.urbanfox.tv/images/tripods/steadicam_Ultra.jpg">http://www.urbanfox.tv/images/tripods/steadicam_Ultra.jpg</a> .....	19
Abbildung 21: Paddock Arm United States Patent 6,575,644 .....	24
Abbildung 22: Federkartusche Arm United States Patent 6,575,644 .....	24
Abbildung 23: DSD Weste 2004-3 Kameramann Film & TV .....	25
Abbildung 24: Kräfteverteilung 2004-3 Kameramann Film & TV .....	25
Abbildung 25: MK-V AR auf Steadycam <a href="http://www.MK-V.com">www.MK-V.com</a> .....	27
Abbildung 26: MK-V AR mit 3D Rig <a href="http://www.MK-V.com">www.MK-V.com</a> .....	27
Abbildung 27: Steadicam Tango <a href="http://images2.slashcam.de/news/8341_PIC1.jpg">http://images2.slashcam.de/news/8341_PIC1.jpg</a> ....	28
Abbildung 28: Gyroskop Film & TV Kameramann Heft2 2011 Seite 134 .....	29
Abbildung 29: Gyroskop an Steadycam Sled <a href="http://www.betz-tools.com/img/p_gyro_brackets3.jpg">http://www.betz-tools.com/img/p_gyro_brackets3.jpg</a> .....	29
Abbildung 30: Steadycam mit 3D Rig <a href="http://www.film-tv-video.de">http://www.film-tv-video.de</a> .....	30
Abbildung 31: 3D Rig von vorn <a href="http://www.fujinon.de">http://www.fujinon.de</a> .....	30
Abbildung 32: Spidercam <a href="http://jackscrap.files.wordpress.com/2011/01/spidercam.jpg">http://jackscrap.files.wordpress.com/2011/01/spidercam.jpg</a> .....	31
Abbildung 33: Teleskopkugelgewindetrieb <a href="http://www.amannesmann.de">www.amannesmann.de</a> .....	33
Abbildung 34: eingefahrener Post eigene Anfertigung .....	34
Abbildung 35: NEMA Motor <a href="http://sine.ni.com">http://sine.ni.com</a> .....	34
Abbildung 36: Querschnitt des Posts mit Passringen eigene Anfertigung .....	35
Abbildung 37: Adapterflansch eigene Anfertigung .....	35

---

Abbildung 38: Post im eingefahrenen und ausgefahrenen Zustand eigene Anfertigung.....	36
--	----

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Steadicam - Modelle unter der Lizenz von CP

Steadicam - Modelle mit Abbildungen aus SteadycamTechniques & Aesthetics, Serena Ferrara .....	20
---	----

# 1 Einleitung

Die Vision der „Entfesselung“ der Kamera beschäftigte Filmschaffende schon seit der Stummfilmzeit, denn zunächst war sie starr, stabil und in der dramaturgischen Konzeption der Kinematografie auf den Standort des „Spielleiters“ fixiert.

Bereits 1896 beschrieb Eugene Promio, ein Operator der Gebrüder Lumière, die frappierende Wirkung von Filmaufnahmen aus einer schwebenden Ballongondel über den Palästen und Kanälen Venedigs und den Reiz der fließenden Bilder der Nillandschaft, gefilmt aus dem Fenster eines Eisenbahnzuges.

Kamerabewegung war dann durch technische Veränderungen auf zunehmend bewegliche Stative, Schienenwagen und Atelierkrane begrenzt.

*„Die Kamera ist der Zeichenstift des Regisseurs. Sie soll die größtmögliche Beweglichkeit aufweisen, um jeden flüchtigen Stimmungsakkord aufzuzeichnen.“ (Eisner, 1967, S. 43)*

Doch vor allem war die, seit den zwanziger Jahren verfügbare Handkamera einer der wesentlichsten Meilensteine auf dem Weg der Entfesselung.

Avantgardistische Ausdrucksmöglichkeiten wurden bald bis zu den Grenzen akrobatischer Finesse ausgeschöpft. Im Film „Napoleon“, von Abel Gance 1923, bewegt sich die Kamera, befestigt auf dem Sattel eines Pferdes, wie ein Mitakteur im Getümmel, um das strategische Talent Bonapartes miterlebbar zu machen. In der Tanzszene des 1956 entstandenen Films „Krieg und Frieden“ (King Vidor) wurden Kameraleute auf Decken in kreisförmigen Silhouetten über das Parkett gezogen und erzielten damit bemerkenswert fließende Ergebnisse der Bildästhetik.

Der eigentliche Durchbruch auf dem Gebiet der „Entfesselung“ begann jedoch gut weitere zwanzig Jahre später. Der US-Amerikanische Kameramann Garret Brown entwickelte 1972 die Steadicam. Er suchte nach einem System, durch das die Kamera wie schwerelos durch den Raum schweben kann, befreit, entkoppelt vom Körper des Kameramannes. Ungewollte Bewegungen und Schwingungen, die beim Führen der Handkamera unvermeidbar sind, sollten weitgehend minimiert werden. Die Steadicam sollte Brückenschlag zwischen Handkamera, Stativ, Dolly und Kran werden.

Der Begriff „Steadicam“/ „Steadycam“ steht seitdem als Synonym für alle mechanischen Kamera-Stabilisierungssysteme. Die von Garret Brown lizenzierte Originalversion ist die „Steadicam“, mit „i“ geschrieben. Der Name „Steadycam“ mit „y“ wird in der

Fachpresse angewandt, wenn das Gesamtsystem gemeint ist, alle inzwischen existierenden Nachbauten inbegriffen.

Mit der Steadicam entstand eine neue Art der Erzählweise. Sie wurde zum ästhetischen und dramaturgischen Gestaltungsmittel und ermöglichte schnittfreie Sequenzen im dreidimensionalen Raum. Außerdem fördert sie die Ökonomisierung von Budget und Zeit am Set.

Ziel meiner Arbeit ist es, das Gesamtsystem Steadicam in seiner Funktionsweise vorzustellen, deren Entstehung in ihren technischen Etappen aufzuzeigen, Potenziale und Grenzen zu benennen sowie Entwicklungstendenzen zu verdeutlichen.

Der Originalversion „Steadicam“ soll dabei besonderes Augenmerk gewidmet sein, um die Erfindung Garret Browns und den mühevollen und aufwändigen Weg der Perfektionierung dieses körpergestützten Systems zu dokumentieren und zu würdigen. Eben aus diesem Grund werde ich auch die Schreibweise mit „i“ durchgängig nutzen.

\*

## 2 Entstehungsgeschichte der Steadicam

### 2.1 Garret Brown

Was bewegte Garret Brown ein derartiges System zu konstruieren.

*„Ich mag die Arbeit mit der Handkamera, aber das Resultat sieht wacklig aus. Ich mag die Freiheit, aber ich mag das Ergebnis nicht. So wollte ich den Kameramann genauso beweglich machen wie den Schauspieler. Warum sollte ein Kameramann nicht gehen oder rennen? Cinema Variété – man rennt, aber es sieht fürchterlich aus. Selbst das Gehen ist nicht gut. Die Antwort war selbstverständlich ein Stabilisator.“ (Lusznat H. A., 1986, S. 48)*

Garret Brown, einstiges Mitglied einer Folk – Band und sich selbst als Spät -Hippie bezeichnender ehrgeiziger Kameramann, bestritt seinen Lebensunterhalt zunächst durch kommerzielle Werbeaufnahmen. Seine Spezialität waren Aufnahmen mit der Handkamera. Das Tüfteln und Konstruieren, von der Außenwelt weitgehend abgeschottet, dauerte fast zwei Jahre, bis der Prototyp des ersten Stabilisators, das „Pole Rig“ entwickelt war. Es hatte die Funktion eines kleinen Handkamerakranes basierend auf dem Prinzip eines beweglichen Parallelogramms aus Metallprofilen. Ein in der Mitte angebrachter Griff trennt die Masse der linksseitig angebrachten Kamera und des rechtsseitig angebrachten Gegengewichts und tariert diese aus. Die Aufnahmen waren vielversprechend, doch die Handhabung ließ zu wünschen übrig. Die Konstruktion war mit einer 16mm Kamera sehr schwer und ließ den Operator schnell ermüden.

*„Dieses Gerät war wohl nicht das, worauf die Film – Industrie gewartet hatte. Ich liebte das Resultat und wusste, dass ich der Einzige auf der Welt war, der solche Aufnahmen machen konnte. Dennoch war auch klar, dass nur Verrückte und Besessene diese primitive Konstruktion nutzen würden.“ (Brown, Dec. 1988, S. 8)*

Daraufhin entwickelte er eine Art Flaschenzug, den er sich auf den Rücken schnallen konnte um das Gewicht des „Pole Rigs“ auf den Schultern tragen zu können. Das waren die ersten Ansätze des heute verbreiteten Steadicam -Systems.

Bald entwickelten Unternehmen wie Panavision und Cinema Products Interesse an dem geheimnisvollen System und forderten Demomaterial an.

Nach insgesamt sechs unterschiedlichen Versionen baute Brown 1974 den Prototyp der „Steadicam“ mit Arm und Fiberglas Optik – Sucher. Panavision erkannte zunächst nicht das Potenzial dieses Systems in seiner Tragweite. So verkaufte Garret Brown sein Wissen schließlich an die Cinema Products Corporation und es entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit zwischen ihm und deren spezialisierten Ingenieuren.



Sie war der erste Hersteller der Steadicam nach seinem Patent. Panavision nutzte später sein Insiderwissen und brachte das Panaglide System auf den Markt, das dem Funktionsprinzip der Steadicam nachempfunden war.

Wegbereiter der Steadicam war das Filmdebut „Bound for Glory“<sup>1</sup>.

*„Die geplante Sequenz war für damalige Verhältnisse sehr extravagant. Ich sollte nach einer imposanten Abwärtsfahrt eines Krans aus dem Korb aussteigen, um den Hauptdarsteller, David Carradine, <einzufangen> und ihn – ohne Schnitt, versteht sich, - durch ein Flüchtlingsaufnahmelaager zu begleiten.“ (Eue, Juni 2002)*

Nach der Sichtung des Materials am Folgetag, wurde Garret Brown von der Film - Crew umjubelt.

Nach Produktionen wie „Rocky“<sup>2</sup> und „Marathon Man“<sup>3</sup>, nahm auch Stanley Kubrick im selben Jahr Kontakt zum Steadicam- Erfinder auf. Er schrieb ihm: *„Es wird die Art, wie man Filme dreht, revolutionieren.“ (Eue, Juni 2002)*

Für die Verfilmung des Stephen – King – Romans „The Shining“<sup>4</sup> entwickelte Kubrick erstmals speziell für den Steadicam – Einsatz „präparierte“ Sets. So zum Beispiel die atemberaubende Verfolgungsjagd durch das neuschneebedeckte Heckenlabyrinth. Brown musste, um keine neuen Spuren zu hinterlassen, im vollen Lauf die Fußstapfen des Protagonisten treffen.

Es entstanden noch nie dagewesene Kamerafahrten, welche das Kinopublikum denken ließ, selbst durch den Film zu laufen. Legendar wurde auch die Szene, in der die im Lowmode befindliche Kamera die Go- Kart -Fahrt des Kindes durch die endlos langen Flure des Hotels auf besondere Art miterlebbar macht.

Im Zuge der Vorbereitungen von „The Shining“ wurden Garret Brown und die Ingenieure von Cinema Products 1978 mit dem Oskar (Class I) für technische Erfindungen geehrt.

Seit 1981 führte Garret Brown weltweit Workshops durch und bewirkte damit eine immer größere Verbreitung und weitgefächerte Nutzung seiner Erfindung.

---

<sup>1</sup> Regie Hal Ashby 1974

<sup>2</sup> Regie John Avildsen 1976

<sup>3</sup> Regie John Schlesinger 1976

<sup>4</sup> Regie Stanley Kubrick (1980)

Auch in Europa kam die Steadicam 1976 im Film „Die Standarte“<sup>5</sup>, erstmalig zum Einsatz. Die künstlerische Umsetzung oblag zu dieser Zeit ausschließlich amerikanischen Kameraleuten, da es hier noch keine erfahrenen Operateure gab.

Zu den ersten europäischen Steadicam- Operateuren gehörte der Italiener Nicola Pecorini, der inzwischen in der Zusammenarbeit mit berühmten Regisseuren, wie

Bernardo Bertolucci, „Der letzte Kaiser“ und Roman Polanski, „Bitter Moon“, internationalen Ruhm erlangte.

1979 entstand die erste deutsche Produktion mit Steadicam. Im Spielfilm „Willi - Busch - Report“ (Niklaus Schilling) probierte sich Wolfgang Dickmann als erster deutscher Kameramann in ihrem Umgang - das Ergebnis bewies, dass es aus technischer, ästhetischer und dramaturgischer Sicht noch an Gespür und Erfahrung fehlte.

Das Gerät war da, aber die praktische Handhabung musste geduldig und mühevoll erarbeitet werden. Ein Schlüssel im „handling“ schien die „Zweihandtechnik“ zu sein, die sich nach und nach über Workshops verbreitete.

Deutsche Pioniere waren Wolfgang Dickmann, Klemens Becker, Mike Bartlett und Hans Albrecht Luszkat.

Neben der Steadicam entwickelte Garret Brown weitere Systeme, wie die Spider Cam / Fly Cam, die Dive Cam, die Go Cam, die Moby Cam und die Steadicam Tango. 1989 wurde er für seine Erfindungen mit dem „Emmy“ geehrt.

\*

---

<sup>5</sup> Regie Ottokar Runze 1976

## 3 Funktionsprinzip der Steadicam

Die Steadicam ist ein körpergestütztes komplexes Halterungssystem für Film- und Fernsehkameras, das verwacklungsarme Aufnahmen von einem freibeweglichen Kameraoperator ermöglicht.

Die Funktionsweise beruht auf den physikalischen Gesetzmäßigkeiten von Schwerkraft und Masseträgheit und verfolgt das Ziel der Stabilisierung durch physische Entkopplung von Kamera und Operator. Je höher das Systemgewicht, desto größer die Trägheit und der stabilisierende Effekt. Eine optimale Stabilisierung wird durch das akribische Ausbalancieren von Kameragewicht, Gegengewicht und das Festlegen des Masseschwerpunktes durch Positionierung der Aufhängung erreicht. Ziel ist es, das möglichst wenige vom Operator ausgehende Erschütterungen auf die Kamera übertragen werden.

### 3.1 Komponenten

Eine körpergestützte Steadicam besteht aus Weste, Federarm, Gimbal und Post. Das Zusammenspiel dieser Komponenten macht die Aufgabe der Stabilisierung erst lösbar.

#### 3.1.1 Weste



Abbildung 1: Steadicam Weste

Die Weste dient als Trageelement und verteilt das Gesamtgewicht von bis zu 35 Kilogramm auf Schultern und Hüften.

Sie besteht aus einer von Riemen und Schultergurten gehaltenen Frontplatte aus Metall, welche nicht nur zur Versteifung dient, sondern auch zur Montage der Federarmaufnahme. Die Armaufnahme ist höhen- und winkelverstellbar und kann für den Links- und Rechtshänderbetrieb auf die jeweilige Seite montiert werden. Die Weste ist stufenlos auf die Körpergröße des Operators einstellbar und gewährleistet so den perfekten Sitz knapp über der Hüfte. Durch die Neigung des Oberkörpers steuert der Operator die Auslenkung des Federarms und somit das Verhalten des Posts. Die Weste wiegt ca. drei Kilogramm.



Abbildung 2: Kräfteverteilung bei Steadicam Weste

### 3.1.2 Federarm



Abbildung 3: Steadicam Federarm

Der Federarm ist dem menschlichen Arm stark nachempfunden. Er besteht ebenfalls aus Ober- und Unterarm und fungiert als Schwingungsentkopplungsglied für ausschließlich vertikale Stöße zwischen Operator und Kamera. Er nimmt einen Großteil des Systemgewichts ab, das heißt, der Operator muss den Post mit Kamera, den Monitor, die Akkus und die optionalen Gegengewichte nicht mit der Hand tragen. Die Last verteilt sich durch die Weste auf Oberkörper und Hüften. Die vertikalen Stöße werden von vorgespannten Expansionsfedern in den jeweiligen Armsegmenten kompensiert.

Die Funktionsweise des Federarms basiert auf dem Parallelogramm – Prinzip, der Bauweise einer simplen Schreibtischlampe nachempfunden. Ziel ist es, dass das Bindeglied zwischen Ober- und Unterarm und die Gimbalaufnahme parallelisiert wird.

Newtonsches Trägheitsgesetz: „Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.“

Beispiel: Steigt der Kameramann auf eine Stufe, gleitet die Kamera weich und leicht verzögert in der vertikalen Ebene hinterher.

Technisch existieren in der Originalversion zwei unterschiedliche Konzepte, die sich hauptsächlich in der Art der Gewichtskompensation, der Reibungsminimierung und des Wirkungswinkels voneinander abheben.

### Der Steadicam Arm

Ein Drahtseil überträgt die Kraft der Expansionsfeder über Umlenkrollen auf das Armsegment, dadurch wird die Reibung gering gehalten. Die variable Federvorspannung beeinflusst den Wirkungsgrad der Gewichtskompensation.

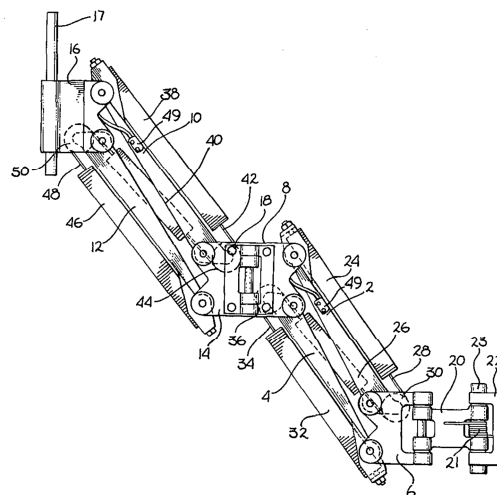


Abbildung 4: Aufbau Steadicam Arm

## Der Iso Elastik Arm

Der Iso-Elastik- Federarm funktioniert mit drei in Reihe geschalteten Expansionsfedern pro Armsegment, welche durch ein Drahtseil über Umlenkrollen verbunden sind um die Gesamtkraft der Federn auf den Arm zu übertragen. Der Ansatzpunkt des Drahtseils ist höhenverstellbar und kann damit den Wirkungsgrad der Federkraft auf den Arm beeinflussen. Dieser Arm kann in jeder erdenklichen Höhenauslenkung die Position beibehalten.

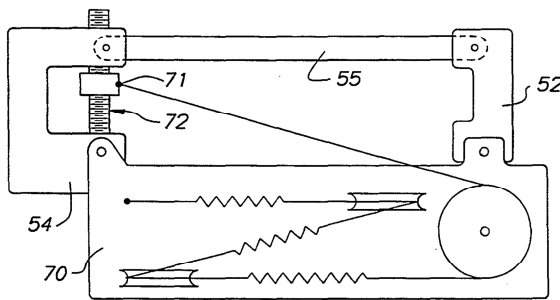


Abbildung 5: Federprinzip Iso Elastik Arm

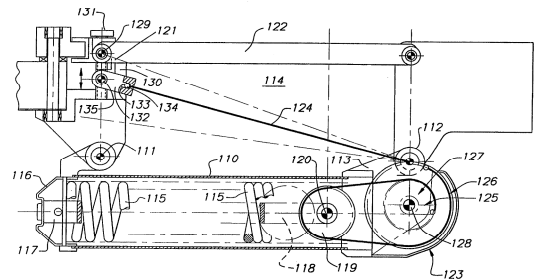


Abbildung 6: Aufbau Iso Elastik Arm

## 3.1.3 Das Rig

Das Rig umfasst folgende funktionale Komponenten:

**Der Post** ist eine ausziehbare Verbindungsstange, in deren Innern Versorgungskabel liegen. Physikalisch gesehen ist er ein senkrecht angeordneter, zweiseitiger Hebel - am Lastarm ist die Kamera, am Kraftarm das Kompensationsgewicht befestigt. Ein stark teleskopierbarer Post heißt **Super Post**.

**Der Gimbal** dient dazu, unbeabsichtigte Drehbewegungen des Operators weitgehend vom System fernzuhalten. Durch ihn sind Federarm und Post knapp über dem Masse-schwerpunkt über eine kardanische Aufhängung verbunden. Er macht das freibewegliche Schwenken in allen Achsen möglich. Er befindet sich zwischen Last- und Kraftarm, dem Drehzentrum des Posts. An ihm befindet sich der Handgriff, dessen Höhe dem jeweiligen Masseschwerpunkt angeglichen werden kann.

**Die Stage**, auch Kamerabühne, dient als Montageeinheit der Kamera auf dem Post. Sie lässt zusammen mit der Adapterplatte eine zweiachsige Verstellbarkeit zur Feinjustierung zwischen Kamera und Gegengewicht zu. (Side to Side und For - Aft)

**Die Junction Box** ist unter der Stage befestigt und versorgt Kamera, Funkschärfe und Videoausspiegelung mit Strom und dient des Weiteren als Eingang von Videosignalen für den Monitor.

**Der Monitor** dient nicht nur für die Kadrage des Bildausschnittes sondern auch als Gegengewicht zur Einstellung der Balance.

**Die Sled Assembly** umfasst Akkuaufnahme, Spannungswandler, Sicherungen, gegebenenfalls elektronische Wasserwaage und Buchsen für Videosignal und Stromversorgung von Kamera und ihren zusätzlichen elektronischen Komponenten. Sie befindet sich am unteren Ende des Posts und fungiert ebenfalls als Gegengewicht.

**Die Funkschärfereinheit** ermöglicht das stätige Nachziehen der Schärfe, um Objekte in Bewegung im Focus zu halten. Um den Sinn der Schwingungsentkopplung zu gewährleisten, werden Schärfe, Zoom und Blende funkgesteuert und obliegen dem Aufgabenfeld des ersten Kameraassistenten. Die Empfangseinheit kann sich optional an der Kamera oder unterhalb der Kamerabühne am Rig befinden.

## 3.2 Balance und Justage

Durch das richtige Verhältnis von Kameragewicht und Gegengewicht (Kraftarm und Lastarm) ist die Steadicam in ihrer „Schwereelosigkeit“ bestrebt, in Ruhe in ihrer Position zu verharren oder die von außen zugeführte eingeschlagene Bewegung fortzuführen. Bei der richtigen Balance heben sich die Kräfte oberhalb und unterhalb des Gimbals gegenseitig auf und ermöglichen dem Operator, den Post mit drei Fingern zu navigieren. Dies erfordert ein akribisches Justieren und bedarf vieler Erfahrung und Geduld des Operators.

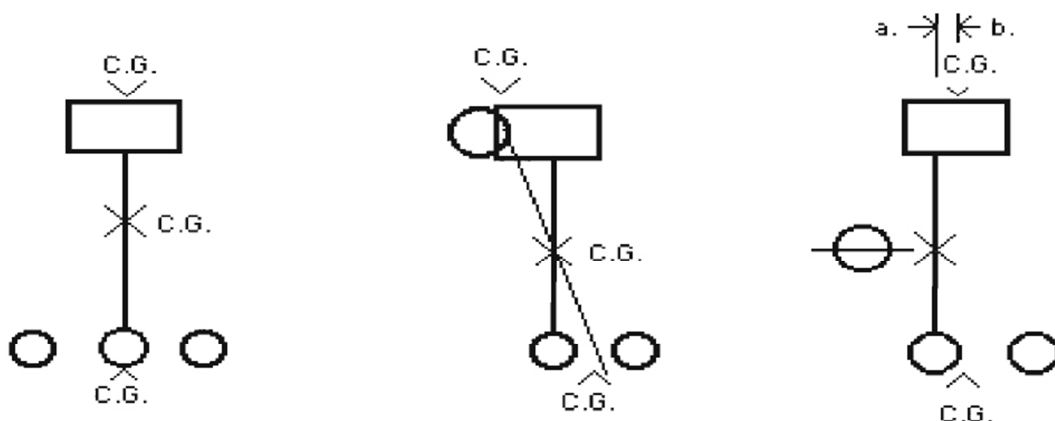


Abbildung 7: Die Balance

### 3.2.1 Statikbalance

Bei der oben genannten Balance befindet sich der Post im absoluten Gleichgewicht. Um dem System jedoch beim Operieren mehr Stabilität zu geben und vorzubeugen, dass es zu leicht nach vorn oder hinten überkippt, verlagert man den Schwerpunkt auf vertikaler Ebene leicht unter den Gimbal. Dies kann durch die Verlängerung des Posts nach unten, durch das Anbringen von Zusatzgewichten oder durch die Verschiebung des Gimbals in vertikaler Ebene geschehen.

Ziel ist das kaum kraftaufwändige Kippen und Rollen der Kamera.

### 3.2.2 Dynamikbalance

Die Dynamikbalance erfordert eine gleiche Verteilung der Gewichte auf der horizontalen Ebene. Dreht man den Post frei hängend um seine eigene vertikale Achse und stellt dabei kein Pendeln fest, ist der Masseschwerpunkt auch auf der horizontalen Ebene genau in der Mitte des Posts richtig justiert. Das ermöglicht beim Schwenken einen geraden Horizont.

## 3.3 Konfiguration

Die Steadicam ermöglicht Aufnahmen in Augenhöhe und kann zusätzlich zwischen der ober- und untersichtigen Perspektive sowie der Vogel- und Froschperspektive variieren.

### 3.3.1 Highmode

Unter dem Highmode versteht man die Normalperspektive, bei der sich die Kamera oberhalb des Gimbals befindet. Um das Aufnahmespektrum bis zur Vogelperspektive zu erweitern, kann der Post stark teleskopiert werden (Super Post).

### 3.3.2 Lowmode

In der Lowmode Konfiguration befindet sich die Kamerabühne unterhalb des Gimbals. Die Kamera muss in diesem Fall mit einem speziellen Lowmode - Käfig umgedreht werden, um die Bilder nicht auf dem Kopf stehen zu lassen. Das Aufnahmespektrum reicht von der untersichtigen Perspektive bzw. durch den Einsatz des Super Posts bis zur Froschperspektive.



## 4 Technische Entwicklungsetappen der Steadicam unter der Lizenz von Cinema Products Corporation

Innovationen wurden schon seit der Entwicklung der Steadicam von ambitionierten Kameraleuten begleitet- immer wieder wurden Anregungen und mehr oder weniger praxistaugliche technische Veränderungen an Garret Brown und die Ingenieure der Cinema Products herangetragen. Ziel war es, die Handhabung der Steadicam zu erleichtern und deren künstlerisch – ästhetische Mannigfaltigkeit zu erhöhen.

Im Folgenden werden die grundlegenden Veränderungen einzelner Komponenten der jeweiligen Innovation bis zur Umsetzbarkeit des „Super Post“ zusammengefasst.

Bis 1974 arbeitete Garret Brown an dem **Prototyp**, der ersten Steadicam mit Federarm. Der Post gabelte sich nach unten hin auf (Triangelprinzip) um eine entsprechende Statik- und Dynamikbalance zu erzeugen. Die Gegengewichte lagerten vom Mittelpunkt der Drehachse gesehen genauso weit aus, wie die auf dem Post befindliche Kamera, um das nach vorn und hinten überstehende Gewicht der Kamera zu kompensieren. Die Bewegungsfreiheit des Operators war dadurch noch enorm eingeschränkt. Der Post wurde erst mit einer Art Schulterstütze „getragen“. Garret Brown merkte schnell, dass die körperliche Entkopplung so noch nicht gegeben war. Er entwarf einen Ein – Segment- Federarm, basierend auf dem Parallelogramm – Prinzip nach dem Vorbild handelsüblicher Schreibtischlampen und befestigte das Gesamtsystem an einer Weste (ohne Größeneinstellung). Das Bild wurde mit Hilfe eines flexiblen Fiberglas- Suchersystems zum Operator übertragen. Im Film „Bount for Glory“ feierte der Prototyp sein Debut. Interesse entstand schnell für die Dreharbeiten von „Rocky“ (John Avildsen) und „Marathon Man“ (Conrad Hall).

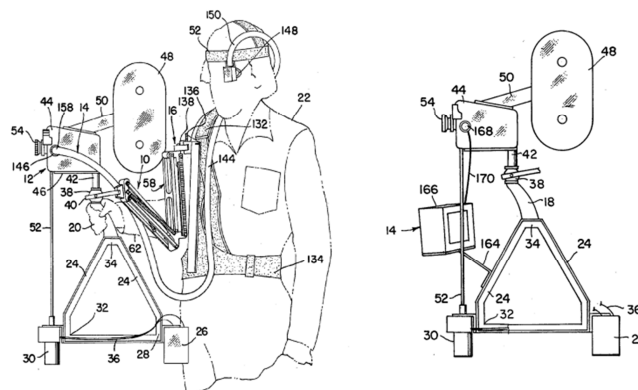


Abbildung 8: Prototyp

1976 folgte das Steadicam - **Modell CP 35** (CP für Cinema Products, die „35“ als Synonym für die Arriflex 35 II C).

Der dreieckige Post wurde durch ein zweiteiliges vertikales Stangensystem abgelöst. Der Hauptpost trägt Kamerabühne, „Sled Assembly“ und einen fest installierten Gimbal. Die Balance konnte geringfügig durch ausschwenkbare Akkus angeglichen werden. Der Nebenpost dient als Führung für die außen befindlichen Versorgungskabel (dadurch noch keine 360 Grad Drehung möglich) und trägt die Kamerabühne ebenfalls.

Der Federarm wurde mit Federn, welche zuvor genau eingestellt werden mussten ausgestattet. Die Weste wurde abgepolstert und durch den Einsatz von Kunststoffverbindungen in ihrem Eigengewicht reduziert.

Dieses Modell war ausschließlich für die Arriflex 35 II C entwickelt und musste, um eine Bildkontrolle zu ermöglichen, wie folgt modifiziert werden: Das Sucherbild wurde mit Hilfe einer Videoausspiegelung auf einen nun vorhandenen lichtstarken 3 Zoll Monitor übertragen.



Abbildung 9: CP 35

Auch die ursprünglich nebeneinander liegenden Filmrollen bei einem axialen Filmmagazin wurden für dieses Modell übereinander gelegt, um beim Umspulen keine spürbaren Gewichtsverlagerungen zu erzeugen.

Schnell wurde dieses Modell weltweit bei Film- und TV-Produktionen und hoch budgetierten Werbe- und Musikvideo-Drehs eingesetzt. Für den TV – Bereich wurde dieses System dann mit der RCA – Color Kamera unter der Typenbezeichnung CP/ TK 76 vermarktet.

Immer wieder neue Innovationen flossen in die, von 1977 – 1984 auf den Markt gebrachten „Universalmodelle“ ein. Der entscheidende Fortschritt war, dass dieses System für alle Kameratypen einsetzbar war.

Beim **Modell I** wurde der Federarm durch den Zusatz einiger Gelenke beweglicher gemacht und die Weste erhielt für den komfortableren Ein- und Ausstieg schnell lösbare Verschlüsse. Der Monitor wurde erst- und einmalig fest im Sled montiert und mit einem Sonnenlicht - Reflexionsfilter versehen. Zum Herstellen der Balance wurde der Gimbal höhenverstellbar, außerdem war die Vor- und Rückwärtsjustierung (For Aft) der Kamera möglich. Die Dynamikbalance war durch die Statik des Systems vorgegeben, ließ jedoch zu wünschen übrig. Deren grundsätzliche Bedeutung war zu diesem Zeitpunkt dem Operator noch nicht ausreichend bekannt.



Abbildung 10: Modell I

Beim **Modell II** der Universal Reihe wurde der Arm zu einem Doppelfederarm umgerüstet, der dem menschlichen Ober- und Unterarm nachempfunden ist. Durch die mit einem Scharniergelenk verbundenen Segmente, konnten die Bewegungen des Operators weitaus besser kompensiert werden. Die Federvorspannung war erstmalig durch Inbusschlüssel auf das Kameragewicht einstellbar. Eine der herausragendsten Neuerungen dieses Modells, war die Möglichkeit, die Kamera im Lowmode zu führen. Dafür wurde der Monitor neig- und drehbar am Versorgungspost installiert. Generell schien die Balance noch verbesserungswürdig.



Abbildung 11: Modell II

Bei **Modell III** wurde der Durchmesser des Posts größer, er wurde dadurch stabiler und der Versorgungspost wurde überflüssig. Jedoch blieb die äußere Verkabelung bestehen und verhinderte weiterhin 360 Grad Schwenks. Durch den dreh- und schwenkbaren nochmals vergrößerten Monitor, der nun am Hauptpost befestigt war und durch die Möglichkeit, den Akku vertikal zu verstellen, wurde die Dynamikbalance besser einstellbar. Zusätzlich unterstützten zwei getrennte Akkuaufnahmen die bessere Raumaufteilung. Eine in den Monitor eingeblendete elektronische Wasserwaage sollte die Ausrichtung des Rigs erleichtern. Des Weiteren besaß dieses Modell eine „Junction Box“, welche die nötigen Buchsen zur Kameraversorgung bereitstellt. Durch einen Spannungswandler waren 12 V und 24 V Einspeisungen möglich. Der Federarm wurde mit einem Doppelgelenk zwischen den beiden Armsegmenten ausgestattet um mehr Beweglichkeit zu ermöglichen und größere Kameragewichte aufnehmen zu können.



Abbildung 12: Modell III

Das **EFP Modell** (1989) ist vom Design ähnlich dem Modell III. Jedoch wurde das Sled Assembly etwas schlanker gehalten, um dem Operator mehr Bewegungsfreiheit zu gewähren. Die bedeutendste Neuerung war jedoch der innengeführte Kabelbaum, welcher nun die 360 Grad Drehung und erstmalig ein Testen der Dynamikbalance, durch das Drehen des Post um die eigene Achse, möglich machte. Diese war darüber hinaus durch ein nicht im Set enthaltenes Zusatzteil optimierbar. Die Materialien für Weste, Sled Assembly und der nun vorhandene LCD Monitor führten zu einer weiteren Minimierung des Gewichts.



Abbildung 13: EFP Modell

**Modell III A** (1989) ermöglichte erstmalig ein Umrüsten des Federarms für den Links- und Rechtshänderbetrieb, dazu diente ein ummontierbarer Spezialverschluss an der Weste. Außerdem war neben der For Aft- Justierung der Kamerabühne nun auch eine Side to Side- Verschiebung möglich. Das System enthielt einen hochintensiven, monochromen LCD – Monitor mit Sonnenlicht - Reflexionsfilter.



*Abbildung 14: Modell III A*

Während eines europäischen Steadicam – Workshops in Siena im Jahr 1989, entstand eine „Wunschliste“<sup>6</sup>, die ausschlaggebend für wichtige Weiterentwicklungen des Systems waren. Dazu gehörte unter anderem eine weitere Minimierung des Gewichts, Vergrößerung der Amplitude der Armbewegung und Höhenverstellbarkeit der Armaufnahme, neue Anforderungen an Monitor, Frame - Line – Generator und Wasserwaage, verbesserte Elektronik, verlängerbare Zubehöraufnahmen, stabilerer Kameraplattenverschluss und die Einstellbarkeit aller Komponenten ohne Werkzeug.

Die danach entwickelten Modelle griffen diese Vorschläge auf und führten zu zahlreichen Neuerungen und Innovationen, sowohl in der Anwendungsfreundlichkeit wie auch in der technischen Ausstattung. Parallel zu den Neuerungen im Profibereich eroberte die Idee der Steadicam auch den Amateurbereich. Um dieser Zielgruppe gerecht zu werden, entstanden seit 1990 adäquate Systeme, wie die JR und DV, die auch für einfache Videokameras nutzbar wurden und zum Teil nur handgestützt waren.

Der Iso - Elastic - Arm gehörte zu diesen Neuerungen. Er verharrt in der ihm vorgegebenen Auslenkung, ohne zurück zu federn.

---

<sup>6</sup> Vgl, Steadicam Letter Januar 1990

Die **Steadicam SK** (1991) war mit einem ein-segmentigen Iso – Elastic – Arm mit einer simplen Zapfenaufnahme an der Weste ausgestattet. Das im Jahr 1998 entwickelte Folgemodell **SK 2** war auch mit einem Zwei-Segment-Arm nutzbar, ein leichtgewichtiger Green – Screen Monitor ermöglichte auch bei hellem Tageslicht eine gute Betrachtung des Bildes.



Abbildung 15: Steadicam SK 2

Das **Provid System** (ab 1992) hatte einen zwei-segmentigen Iso – Elastic – Arm. Hier war eine Winkelseinstellung des Federarms durch eine neuartige Federarmaufnahme an der Weste möglich. Die Balance konnte zusätzlich über eine verlängerbare Akkuaufnahme justiert werden. Das Modell „Provid 2“ (1996) unterschied sich durch einen ein-segmentigen Iso – Elastic – Arm und war durch das Design bereits dynamikbalanciert.



Abbildung 16: Provid 1



Abbildung 17: Provid 2

Die seit 1994 vermarktete **Master-Serie** umfasst vier spezifische Modelle und zeichnete sich durch ein futuristisches Design aus. Die schlanke Bauweise ließ ein kraftspa-

rendes Führen nah am Körper zu. Post und Weste bestanden aus leichtgewichtigen Materialien wie Aluminium, Nylon, Titan und Kohlefaser.

Die Kamerabühne wurde motorisiert in allen Achsen über eine Fernsteuerung justierbar auch während des Takes.

Das Sled Assambly hielt nun Monitor und Akkus für eine perfekte Dynamikbalance in optimaler Position. Die Aufhängung des Monitors wurde so designt, dass eine gute Sicht auf den in sich austarierten Monitor im Low- und Highmode gewährleistet ist. Außerdem enthielt es einen 12V auf 24V Konverter, eine elektronische Wasserwaage, den Frame-Line – Generator sowie Module für Videosignalverteilung und –verstärkung. Federarm und Rig sind ohne Werkzeug einstellbar.



Abbildung 18: "Elite" von der Master Serie

Die Steadicam **Mini** ist das, mit 4,3 Kilogramm, kleinst- und leichtgehaltenste körpergestützte Stabilisierungssystem von Garret Brown und Cinema Products, zu dem auch eine Weste in Leichtbauweise gehört. Es lässt sich durch seinen ausschwenkbaren und höhenverstellbaren Akku- und Monitorarm dynamikbalancieren, durch seine frei wählbare Gimbalpositionierung kann die Masseverteilung bestimmt werden.



Abbildung 19: Steadicam Mini

Im Jahr 2000 wurde in Anlehnung an die Master-Serie die **Steadicam ULTRA** mit ihrem Super Post eingeführt. Der Post ist durch seine aus Karbonfaser, Titan und Aluminium bestehenden vier Segmente, stark teleskopierbar und zudem verhältnismäßig leicht. Die Elektronik wurde ein weiteres Mal optimiert. Ein 24V- Akku liefert die nötige Spannung, sie kann optional auf 12V konvertiert werden. Diese Elektronik ist platzsparender und vor allem preiswerter als die der „Master“ Serie. Der Akku, welcher im Abstand zum Post variabel ist, lässt eine Justierung der Dynamikbalance zu. Außerdem kann ein Rechner durch Eingabe verschiedener Komponenten, wie Länge des Posts, Gewicht der Kamera und der Akkus etc. die optimale Verteilung der Massen errechnen. Die Änderung des Neigungswinkels des Monitors beeinflusst, durch eine spezielle Halterung, in keinsten Weise die Balance des Systems. Der Monitor zeigt den Akkufüllstand und die dimmbare elektronische Wasserwaage an. Für die motorisch verschiebbare Kamerabühne wurde eine optimierte Funkeinheit am Gimbal verbaut.



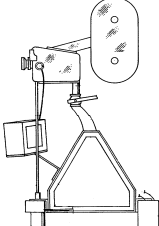
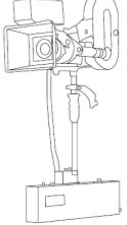


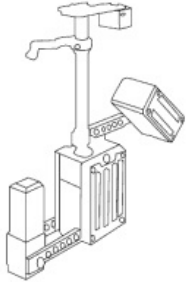
Abbildung 20: Steadicam Ultra



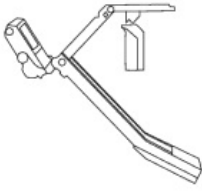









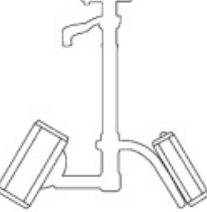
## 4.1 Innovationen in zeitlicher Abfolge




Die folgende Übersicht dokumentiert alle Steadicam - Modelle seit dem Prototyp 1974 bis zum Ablauf der Lizenz im Jahr 2000 in ihrer zeitlichen Chronologie.

Tabelle 1: Steadicam - Modelle unter der Lizenz von CP

	Modell/ Jahr	Spezifika	Eigengewicht
	Prototyp 1974	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fixierter Masseschwerpunkt und feste Dynamikbalance durch Triangelprinzip</li> <li>• einfacher Federarm an primitiver Schulterstütze befestigt</li> <li>• Fiberglas- Suchersystem</li> </ul>	10,4 kg
	CP 35 1976	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz ausschließlich für Arriflex 35 II C</li> <li>• Hauptpost zur Aufnahme von Kamerabühne und Sled</li> <li>• Nebenpost für Versorgungsleitungen</li> <li>• Beeinflussung der Balance durch ausschwenkbare Akkus</li> <li>• Federarm mit voreingestellter Feder-spannung</li> <li>• Weste</li> <li>• 3 Zoll Monitor</li> </ul>	15,9 kg
	Modell I 1977	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für alle Kameramodelle einsetzbar</li> <li>• Gimbal verschiebbar zur Festlegung des Masseschwerpunktes</li> <li>• Federarm beweglicher durch Zusatzge-lenke</li> <li>• Vor- und Rückwärtsjustierung der Kamerabühne möglich</li> <li>• Monitor fest am Sled</li> </ul>	7,9 kg
	Modell II 1979	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schwenkbarer Monitor am Versorgungspost</li> <li>• einstellbarer Doppelfederarm</li> <li>• erstmals Lowmode- Aufnahmen möglich</li> </ul>	8,2 kg
	Modell III 1983/ 84	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchmesser des Post vergrößert, dadurch Versorgungspost überflüssig</li> <li>• Versorgungsleitungen außen geführt</li> <li>• Monitor dreh- und neigbar am unteren Ende des Posts gelagert</li> <li>• alle Komponenten unterhalb des Gimbal drehbar gelagert zur Beeinflus-sung der Balance</li> </ul>	8,2 kg

	EFP 1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erstmals innenliegende Kabelführung, dadurch 360 Grad Drehung möglich</li> <li>• Minimierung des Gewichts</li> <li>• leichter flacher LCD – Monitor</li> </ul>	6,8 kg
	Modell III A 1989	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamerabühne Side to Side und For Aft justierbar, dadurch Dynamikbalance beeinflussbar</li> <li>• Federarmaufnahme an Weste für Rechts- oder Linkshänderbetrieb</li> <li>• hochintensiver, monochromer LCD – Monitor mit Sonnenlicht - Reflexionsfilter</li> </ul>	8,6 kg
	JR 1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>• besteht aus Kamerabühne, kugelgelagertem Handgriff, integriertem Monitor</li> <li>• mit unterem Ausläufer wird das System in Balance gehalten und dient zur Akkuaufnahme</li> <li>• Dynamikbalance durch Hersteller vordefiniert</li> </ul>	0,9 kg
	SK 1991	<ul style="list-style-type: none"> <li>• durch Zusatzhalterung für Green-Screen-Monitor und Akku- Lowmode- Betrieb möglich</li> <li>• Iso – Elastik – Arm (ein-segmentig)</li> <li>• Dynamikbalance vordefiniert</li> </ul>	6,1 kg
	Provid 1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geteiltes Karbonfasergehäuse zur Aufnahme von Akku und Elektronik</li> <li>• zweisegmentiger Iso – Elastic – Arm</li> <li>• Dynamikbalance über verlängerbare Akkuaufnahme justierbar</li> <li>• Armaufnahme winkelverstellbar zur Anpassung an die Statur des Operators</li> </ul>	7,2 kg
	<u>Masterserie</u>  Version „Film“ 1994	<u>Standards für Masterserie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Länge des Posts, Position des Gimbals, Umbau zum Lowmode und Iso - Elastic - Arm ohne Werkzeug veränderbar</li> <li>• Post teleskopierbar, schlankere Bauweise/ modernisiertes Design, leichte Verbundwerkstoffe</li> <li>• motorisierte Kamerabühne in zwei Achsen</li> <li>• erstmalig 12 V und 24 V verfügbar</li> <li>• elektronische Wasserwaage</li> <li>• Frame – Line – Generator</li> <li>• geeignet für Kameragewichte bis 20 kg</li> </ul>	10,4 kg

	<p>Version „EDTV“ 1994</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spezielle Monitoraufnahme ermöglicht dessen Neigung ohne Beeinflussung der Balance</li> <li>• angezeigter Akku-Füllstand im Monitor</li> <li>• geeignet für Kameragewichte bis 20 kg</li> </ul>	<p>10,2 kg</p>
	<p>Version „Elite“ 1994</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewichtsminimierung</li> <li>• kleinerer Monitor</li> <li>• geeignet für Kameragewichte bis 20 kg</li> </ul>	<p>9,8 kg</p>
	<p>Version „Broadcast“ 1994</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitor kann ausschließlich 4:3 Format wiedergeben</li> <li>• geeignet für Kameragewichte bis 15,8 kg</li> </ul>	<p>9,3 kg</p>
	<p>Provid 2 1996</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leichtes Karbonfasergehäuse für Halterung von Monitor und Akku</li> <li>• umdrehbarer Green – Screen- Monitor für Lowmode und Highmode</li> <li>• ein-segmentiger Iso – Elastic – Arm</li> </ul>	<p>7,2 kg</p>
	<p>SK 2 1998</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• voneinander getrennte drehbare Halterungen für Monitor und Akku, ermöglichen unabhängige Balance-einstellung</li> <li>• Dynamikbalance vordefiniert</li> <li>• kompatibel für zwei-segmentigen Iso – Elastic – Arm</li> </ul>	<p>6,6 kg</p>

	<p>DV 1998</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kann optional mit Federarm und Weste oder nur mit Hand geführt werden</li> <li>• Rig besteht aus Kunststoff</li> <li>• 4 Zoll- Farbmonitor mit Anti – Reflexions- folie</li> <li>• entwickelt für leichtgewichtige Digital- kameras</li> </ul>	<p>1,1 kg</p>
	<p>Mini 1999</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weste und Post in Leichtbauweise</li> <li>• vertikal verstellbarer Gimbal</li> <li>• Dynamikbalance durch ausschwenkbare und höhenverstellbare Monitor- und Akkuhalterung justierbar</li> <li>• 4 Zoll Farb – LCD – Monitor</li> </ul>	<p>4,3 kg</p>
	<p>Ultra 2000</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erstmals vierfach teleskopierbarer Post in Leichtbauweise, ermöglicht extreme Lowmode- und Highmode – Konfigurationen (71 cm bis 180 cm)</li> <li>• Rechner ermittelt optimale Positionierung der einzelnen Komponenten für eine perfekte Balancierung</li> <li>• 24 V- Akku liefert Spannung, optional auf 12 V konvertierbar</li> <li>• Elektronik platzsparend und kosten- minimiert</li> <li>• Funkeinheit zur Steuerung der motorisier- ten Kamerabühne am Gimbal</li> <li>• dimmbare elektronische Wasserwaage</li> </ul>	<p>9 kg bis 10.7 kg</p>

## 4.2 Entwicklung nach dem Jahr 2000

Nach Schließung der Cinema Products Corporation im Jahr 2000 wurde die Steadicam – Lizenz an die Tiffen Company verkauft. Inzwischen begannen weitere Firmen mit konkurrierenden Systemen diesen Markt zu bedienen. Stellvertretend seien die „Panaglide (1977)“, das von George Paddock vermarktete „Pro System (1991)“, die „Glidecam (1994)“, die „Doggycam (1996)“ genannt.

Nach Ablauf der ersten Patente von Garret Brown übertreffen die Vielzahl von Steadicam Nachbauten bald den tatsächlichen Bedarf. Sie im Detail zu benennen und zu erläutern ist durch die Menge der Systemanbieter nicht möglich. Jede gute Idee findet schnell Nachahmer. Das trifft auch auf die beiden einzigen **grundlegenden** Neuerungen in der inzwischen fast 40 jährigen Steadicam - Geschichte zu: Den vom Operator

Georg Paddock im Jahr 2000 erstmalig patentierten **Paddock Arm** (1997 Patentanmeldung, 2000 in Kraft getreten) und die von dem Kanadier Daniel Sauv  entwickelte **DSD – Weste**.

Der Paddock Arm arbeitet mit zwei gegenläufigen in Kartuschen gefassten Kompressionsfedern pro Armsegment. Die Gewichtskompensation ist durch die einstellbare Vorspannung der Federn variabel. Die Federkartuschen können durch einen Imbusschlüssel einfach entspannt werden und gegen härtere oder weichere ausgetauscht werden. Er ist nicht iso – elastisch

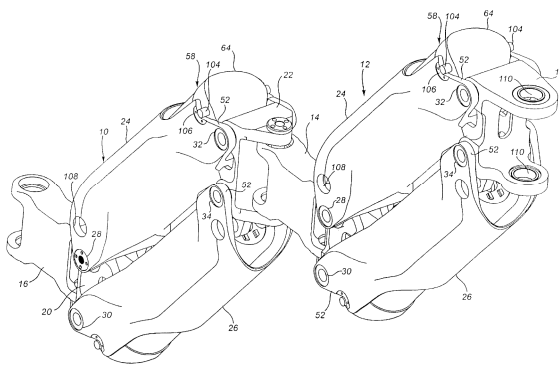


Abbildung 21: Paddock Arm

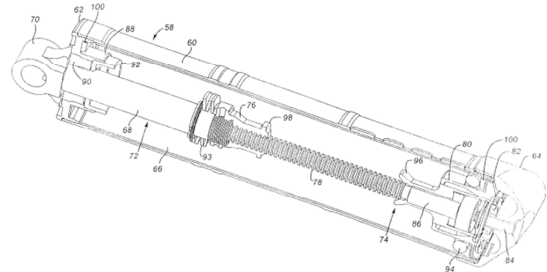


Abbildung 22: Federkartusche

Die DSD – Weste unterscheidet sich von der bisher üblichen Steadicam Weste mit Frontplatte, durch eine R ckenhalterung, an der auch der Arm links- oder rechtsseitig höhenverstellbar montiert ist. Die vertikalen Kräfte werden über das Becken, die horizontalen Kräfte über den Rücken abgefangen. Die Steuerung erfolgt durch H ftbewegungen. Die Wirbelsäule wird vom Gewicht des Gesamtsystems deutlich entlastet, das Drehmoment ist bei weiter Auslagerung der Kamera gering gehalten. Von Vorteil scheint auch die größere Verbundenheit zur Kamera durch die nach vorn geöffnete Weste. Insgesamt ist sie jedoch durch die Armaufh ngung wesentlich ausladender und für enge Räume weniger geeignet. Die Weste bedarf einer auf die K rperma  e des Operators abgestimmte Sonderanfertigung und ist in der Anschaffung sehr kostenintensiv.

Die Umstellung von einer herkömmlichen Steadicam Weste auf eine DSD – Weste erfordert einige Wochen Training.



Abbildung 23: DSD Weste



Abbildung 24: Kräfteverteilung

Sonstige Modifizierungen und Optimierungen der Steadicam galten weiterhin der Gewichtsminimierung und der Anpassung an aktuelle technische Standards.

Aus Karbonfasern gefertigte Federarme und die auf ein Minimum an Gewicht und Größe reduzierten elektronischen Bauteile bewirkten eine immer „schlankere“ Leichtbauweise der angebotenen Systeme.

Zur geradlinigen Führung des Rigs, weisen einige von ihnen einen integrierten Linienlaser auf.

Um die Dynamikbalance zeitsparender und einfacher einstellen zu können, wurden die Akkuaufnahmen motorisiert. Damit die Stromversorgung beim Akkuwechsel nicht unterbrochen wird, sorgt ein Hot Swap Adapter (Pufferbatterie) für eine stätige Stromversorgung. Kamera, Monitor und Funkschärfe müssen in diesem Fall nicht neu „hochgefahren“ bzw. kalibriert werden. Heute werden 24V durch zwei 12V Akkus erzeugt. Eine komplizierte Umspanntechnik, wie sie bei der Master Serie verbaut wurde, ist heute nicht mehr nötig. Des Weiteren werden so unnötige Spannungsverluste umgangen. Dem Operator wird nun ohne Einschränkung die Verteilung von 12V und 24V auf alle spannungsversorgenden Buchsen ermöglicht. Aufblasbare Kissen in der Weste dienen zur optimalen Größenanpassung und Druckverteilung.

Durch das „neue“ Sendeformat HD werden moderne Posts mit HD SDI Leitungen ausgestattet, zur Speisung von HD Monitoren. Diese sind jedoch auch weiterhin SD kompatibel. Die Speisung kann über Glasfaser-, BNC- und HDMI- Kabel erfolgen.

Zur besseren Wartung und permanenten Gewährleistung der Betriebsfähigkeit, wurden die einzelnen Module separiert und dadurch unabhängig voneinander austauschbar. Zunehmend lassen sich die neuen Systeme für Lagerung und Transport immer platzsparender zusammenklappen und verstauen.

Grundsätzlich greifen alle Systemanbieter auf den Aufbau des bis zum Jahr 2000 perfektionierten Originalsystems „Steadicam“ zurück. Er bleibt bis zur heutigen Zeit aktuell. Eine Auflistung aller bis 2011 entwickelten Modelle führender Hersteller würde den Rahmen der Arbeit weit überschreiten.

\*

## 5 Weiterentwicklungen des Gesamtsystems Steadicam und Entwicklungstendenzen

Zahlreiche Produkte perfektionieren fortlaufend das Gesamtsystem „Steadicam“ und ermöglichen immer wieder neue Chancen und Varianten ihrer Anwendbarkeit und deren Effektivität.

*„Unter den heutigen Bedingungen ist vor allem Schnelligkeit gefragt, und je mehr Variationsmöglichkeiten ein Rig bietet, umso schneller lässt es sich verändern und auf die entsprechende Situation optimieren.“<sup>7</sup> (Lusznat H. , 2001, S. 146)*

Im Folgenden wird bereits auf dem Markt angebotenes Equipment vorgestellt.

### 5.1 Das MK – V AR System

Das im Jahr 2002 von MK-V entwickelte AR System ermöglicht eine neue Dimension der Entfesselung. Ein servomotor – betriebenes kugelgelagertes Rondell hält die Kamera in Waage, währenddessen nahezu grenzenlose Freiheiten im Wechsel der räumlichen Perspektiven, sowie im Rollen und Winkeln der Kamera möglich sind, ohne ein Take durch Umbauarbeiten unterbrechen zu müssen. Low - und Highmode Perspektiven waren bisher mit dem Super-Post zu erreichen, jedoch gab es bisher kein System, welches diesen Wechsel übergangslos und in der beschriebenen räumlichen Entfesselung ohne Umbauarbeiten an der Steadicam ermöglichte. Das MK-V System kann auf jede professionelle körpergestützte Steadicam montiert werden.



Abbildung 25: MK-V AR auf Steadicam



Abbildung 26: MK-V AR mit 3D Rig



## 5.2 Steadicam Tango

Bei der Entwicklung der 2010 auf den Markt gekommenen Steadicam Tango, griff Garrett Brown auf das Grundprinzip des „Pole Rig“ zurück. Eine Art Handkamerakran wurde mit dem bestehenden Steadicam System vereint. Sie wurde möglich durch eine neue Generation von Kameras, die durch die Trennung von Aufnahme – Chip und CCU (Steuereinheit) kleiner und leichter wurden. Die Steadicam Tango wird über einen Gimbal mit kardanischer Aufhängung am Federarm montiert.

Sie ermöglicht übergangslose Steadicam-Fahrten vom Lowmode bis hin zum Super Highmode und lässt durch einen vom Operator gesteuerten Remotehead neue Perspektiven der Kamerabewegung entstehen. Diese Innovation addiert die Wirkungsweise von Steadicam und Gib - Arm. Um das verstärkt auftretende Drehmoment, welches durch die weit vom Operator ausgelagerte Masse verursacht wird, zu minimieren, werden Video Kameras mit einem Gewicht bis zu 2,7 Kilogramm bevorzugt. Das gesamte System ist mit 13,2 Kilogramm gut handhabbar.



Abbildung 27: Steadicam Tango

## 5.3 Gyroskop

Das Gyroskop (Kreiselstabilisator) ermöglicht Kamerasystemen, unempfindlicher gegenüber äußeren Einflüssen zu werden. Man unterscheidet zwischen einer aktiven und einer passiven Kreiselstabilisierung. Bei der passiven Korrektur verhindert der Kreisel physikalisch ein „Ausbrechen“ des Objektes aus der Ruheposition. Bei der aktiven Stabilisierung erfasst er mehrere tausendmal pro Sekunde die Position des Objektes im Raum und neutralisiert ungewollte Schwingungen und hält so das Kamerasystem in Balance.

Ein kardanisches in allen Achsen frei beweglich aufgehängenes Schwungrad wird durch einen Motor in Drehung versetzt. Durch die Trägheit, die durch die Zentrifugalkraft verstärkt wird, bleibt das Schwungrad unabhängig von äußeren Einflüssen in seiner Lage beständig.

Das Gyroskop gilt als Multitalent und hat neben der Filmbranche viele Einsatzgebiete, so auch in Luft- und Raumfahrt, der Autoindustrie und Militärtechnik.

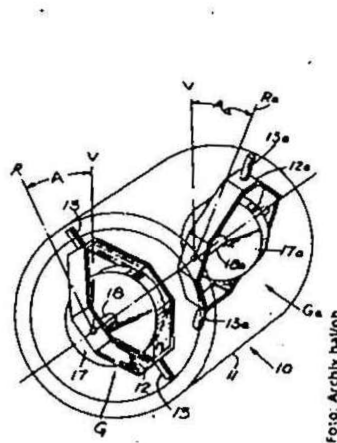


Abbildung 28: Gyroskop



Abbildung 29: Gyroskop an Steadicam Sled

## 5.4 Spiegelrig

Spiegelrigs ermöglichen immer flexiblere Einsatzmöglichkeiten der 3D – Technik auf Kran, Dolly und schließlich Steadicam.

Durch sie ist ein kompakter Aufbau von zwei Kameras möglich. Diese werden im 90 Grad Winkel zueinander angebracht, wobei die vertikale Kamera das Spiegelbild eines

im 45 Grad Winkel angeordneten, halbdurchlässigen Spiegels abfilmt und die horizontale Kamera geradewegs durch den Spiegel filmt. Dies ermöglicht eine dicht nebeneinander liegende Anordnung der Optiken.



Abbildung 30: Steadycam mit 3D Rig



Abbildung 31: 3D Rig von vorn

Um die 3D Tiefe während des Drehs zu beeinflussen, müssen die beiden Kameras durch eine Motoreinheit Side to Side verstellbar sein. Je weiter die Kameraoptiken voneinander entfernt sind, desto tiefer erscheint die räumliche Wirkung.

Dies hat besondere Konsequenz für den Einsatz mit der Steadicam. Damit die Side to Side Veränderung die Balance der Steadicam nicht beeinflusst, müssen beide Kameras in absoluter Symmetrie von der Mittelachse verschoben werden. Somit gleicht das Gewicht der einen Kamera das Gewicht der anderen aus und neutralisiert die Änderung.

Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Kopplung von 3D Technik und Steadicam waren in Größe und Gewicht reduzierte und fein synchronisierbare Kamerasysteme wie HDC P1 von Sony (kompakte Kastenbauweise), die SI-2K von P+S Technik und ARRI ALEXA M. Letztere haben den Vorteil, dass Bildsensoreinheit und Kamerabody voneinander trennbar sind.

## 5.5 Spidercam/ Sky Cam

Die Sky Cam, eine ebenfalls von Garret Brown entworfene Konstruktion, ist eine an vier Drahtseilen hängende kardanisch gelagerte Kamera - Halte - Vorrichtung, welche wie der Post der Stadicom, auf dem gleichen Prinzip der Masseverteilung (Lastarm/ Kraftarm) basiert. Das an vier Masten befestigte Seilzugsystem hält das Rig mit der

Kamera in der gewünschten Position und Höhe. Durch ein, am Rig befestigter, zwei Achsen Remotehead kann die Kamera schwenken und kippen. Sie ermöglicht noch nie dagewesene „Kameraflüge“ über große Distanzen. Auch sie ist gyroskopisch stabilisiert. Hauptanwendungsgebiete sind Sport- und Showveranstaltungen in großen Stadien und Arenen. In der Allianz Arena in München wurde ein solches System gleich während der Bauphase integriert.



*Abbildung 32: Spidercam*

Der folgende Abschnitt befasst sich mit möglichen Tendenzen für weitere Optimierungen des Gesamtsystem Steadicam.

## 5.6 Mikroprozessor gesteuerte Balance

Perspektivisch werden immer mehr Elemente der Steadicam über Mikroprozessoren gesteuert werden können.

Ein winziges Gyroskop könnte die Lage des freihängenden, mit allen nötigen Komponenten bestückten Rigs ermitteln. Drucksensoren errechnen das Kameragewicht und das Gegengewicht. Der eingebaute Mikroprozessor könnte diese Daten erfassen und eine vollautomatische hundertprozentig genaue Balance ermöglichen. Durch eine motorisiert verschiebbare Kamerabühne, elektrisch verfahrbare Akkus und durch einen elektromechanisch teleskopierbaren Post könnte diese Idee verwirklicht werden.

Dynamikbalance - Rechner würden überflüssig.

## 5.7 Eigene Innovation

Eine weitere tendenzielle Innovation wäre ein elektromechanisch teleskopierbarer Post, welcher ferngesteuert vom Operator, vom Highmode in den Super Highmode und vom Lowmode in den Super Lowmode fahren kann. Die Möglichkeit, während eines Takes mit dem gesamten Höhenpotenzial des Posts ohne Umbaumaßnahmen zu arbeiten, würde der Bildgestaltung mit Steadicam neue Wege ebnen. Dieser Post ist in seiner Nutzung vergleichbar mit einem Hubsäulendolly, unterscheidet sich jedoch in seiner Funktionsweise grundlegend. Des Weiteren ist er durch austauschbare Gimbals mit jedem Federarm kompatibel und wäre möglicherweise auch durch austauschbare Komponenten modular. Im nächsten Kapitel wird die Konstruktion eines Prototypen beschrieben

### 5.7.1 Funktionsweise/ Aufbau

Die dem System innewohnende Grundfunktion, den teleskopierbaren Post in gegensätzlichen Richtungen motorisch aus- bzw. einfahren zu können, wird durch den Einsatz zwei patentierter Kugelgewindetriebe realisiert.<sup>7</sup> Die von der Firma Amannesmann entwickelten Baueinheiten erzielen einen hohen Wirkungsgrad bei geringem Außen-

---

<sup>7</sup> siehe Anhang Patentschrift DE 197 11 773 C 2

durchmesser, wie ihn der Post durch seine Maße<sup>8</sup> vorgibt und erfüllen laut Artikelbeschreibung<sup>9</sup> folgende Parameter:

- *geringe Bauhöhe, die im eingefahrenen Zustand zu einer kompakten Bauform führt*
- *Mehrstufigkeit, die sehr große Hubbewegungen ermöglicht*
- *hervorragende Laufqualität bei hohen und niedrigen Vorschubgeschwindigkeiten*
- *hohe Dynamik*
- *Leichtgängigkeit, hoher Wirkungsgrad und geringe Wärmeentwicklung*
- *ruckfreies Anlaufen und Positionieren*
- *spielfreier Betrieb bei Zug- und Druckbelastung*
- *sehr hohe Steifigkeit*
- *µm-genaue Positionierung*
- *Positionsermittlung über Drehwinkelabfrage des Antriebselements*



Abbildung 33: Teleskopkugelgewindetrieb

Dieses Bauelement könnte im Rahmen einer Sonderlösung auf die Ansprüche meiner Innovation von der Firma Amannesmann konfiguriert werden.

Die Kugelgewindetriebe (K) werden von zwei separaten und voneinander unabhängig arbeitenden Schrittmotoren vom Typ NEMA 3<sup>10</sup> gesteuert. In Verbindung mit dem Mikroprozessor können exakte Aushubwege, durch das Zählen der Schritte des Motors,

---

<sup>8</sup> vgl. Konstruktionszeichnung

<sup>9</sup> [www.amannesmann.de](http://www.amannesmann.de)

<sup>10</sup> [www.sine.ni.com](http://www.sine.ni.com)

gespeichert und jederzeit abgerufen werden. Des Weiteren können feste Aushub – Endpunkte festgelegt werden und unterschiedliche Geschwindigkeitsprogramme aktiviert werden. Die Motorblöcke (M) sind unterhalb bzw. oberhalb am jeweiligen Außengehäuse des Kugelgewindetriebes befestigt und an dessen Durchmesser angepasst, wie auch Motorleistung und Steuerung auf das Gesamtsystem adäquat abgestimmt werden.

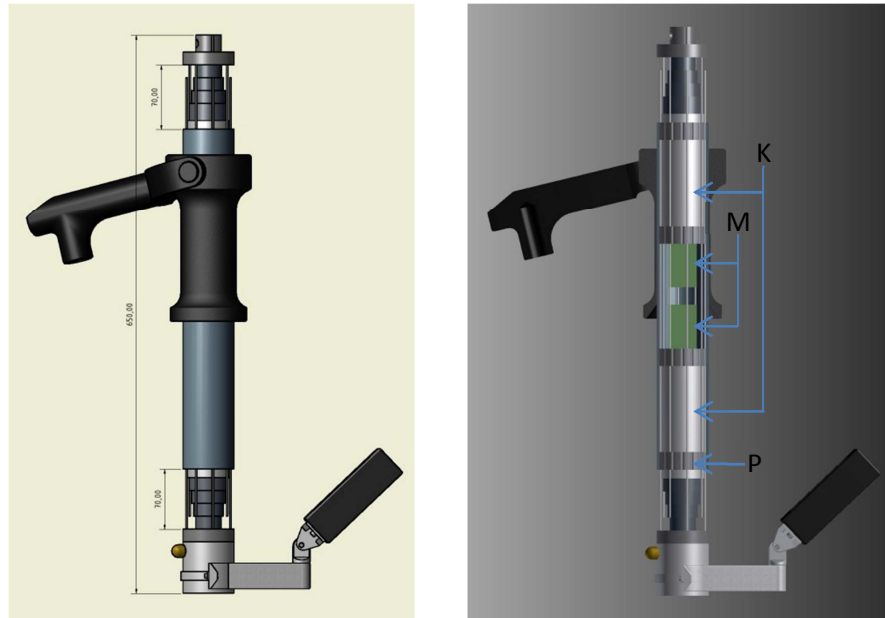


Abbildung 34: eingefahrener Post

Die beschriebene Baugruppe befindet sich im Innern des statischen Teils des Posts und wird durch Passringe (P) gehalten und mit Schnellspannern fixiert. Dadurch könnte eine schnelle Demontage innenliegender Einheiten zur Wartung gewährleistet werden.



Abbildung 35: NEMA Motor

Die Passringe dienen gleichzeitig als Führung für jeweils vier, in beide Richtungen parallel mitgeführte Wolfram - Karbid Stabilisierungsstangen (S). Sie ermöglichen einen verwundungsfreien Lauf von Kamerabühne und Sled und versinken im eingefahrenen Zustand fast vollständig im statischen Teil des Posts.

Junctionbox mit Kamerabühne sowie Sled und Monitorhalterung sind auf einer kugelgelagerten Zapfenscheibe (Z) am jeweiligen Ende der Kugelgewindetriebe über einen Adapterflansch (A) montiert. Die daran fest verbundenen Stabilisierungsstangen dienen ihrer notwendigen beschriebenen Fixierung.

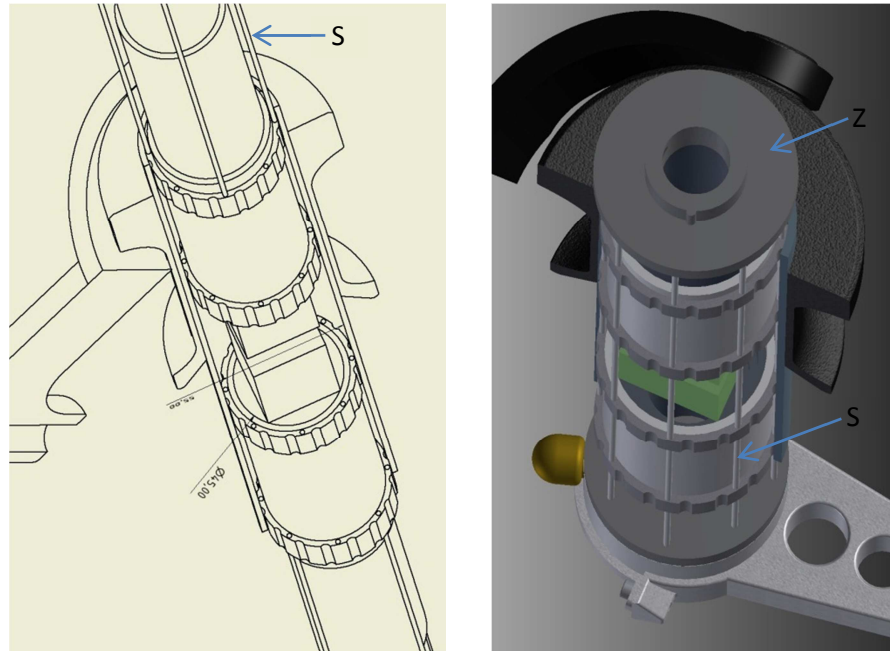


Abbildung 36: Querschnitt des Posts mit Passringen

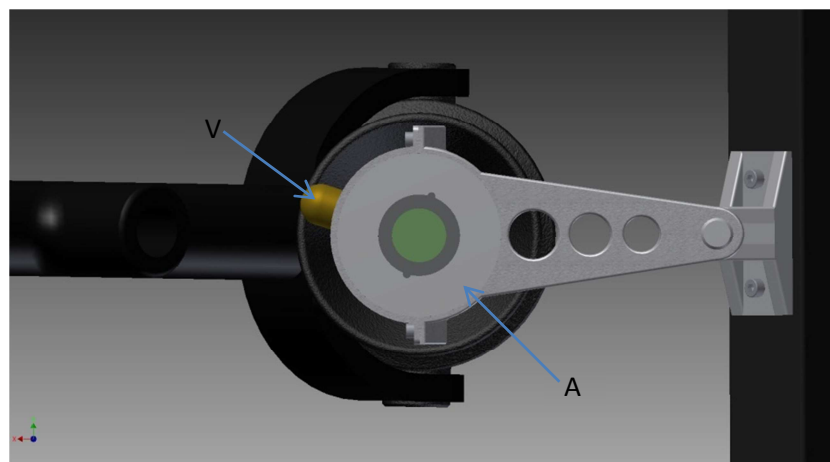


Abbildung 37: Adapterflansch

Der Adapterflansch wird mit Hilfe eines Verriegelungszapfens (V) an der Zapfenscheibe fixiert.

Der im Sled befindliche programmierbare Mikroprozessor (ABINO), zur Steuerung der unabhängig laufenden Schrittmotoren, wird über Funk mit einer am Gimbal befestigten Steuereinheit verbunden.



Die Platine mit Mikroprozessor umfasst acht Ein- und Ausgänge (Digital/ Analog) und wertet Daten wie Kamera- und Akkugewicht über jeweilige Druck- bzw. Zugsensoren aus. Sie kann das richtige Verhältnis vom oberen und unteren Auszug errechnen und so die stetige Balance während einer Höhenfahrt gewährleisten. Eine Umprogrammierung der Steuerung ist durch eine am Sled befindliche USB – Schnittstelle möglich. Die Stromversorgung des Mikroprozessors und der Motoren erfolgt über die Akkus der Steadicam.

Die Daten- und Stromleitungen sind im Innern des dynamischen Teil des Posts spiralförmig im hohlen Kugelgewindetrieb geführt.

Ein Faltenbalg könnte den gesamten teleskopierbaren Bereich vor Verschmutzung, Beschädigung und nicht zuletzt vor Verletzungen schützen.

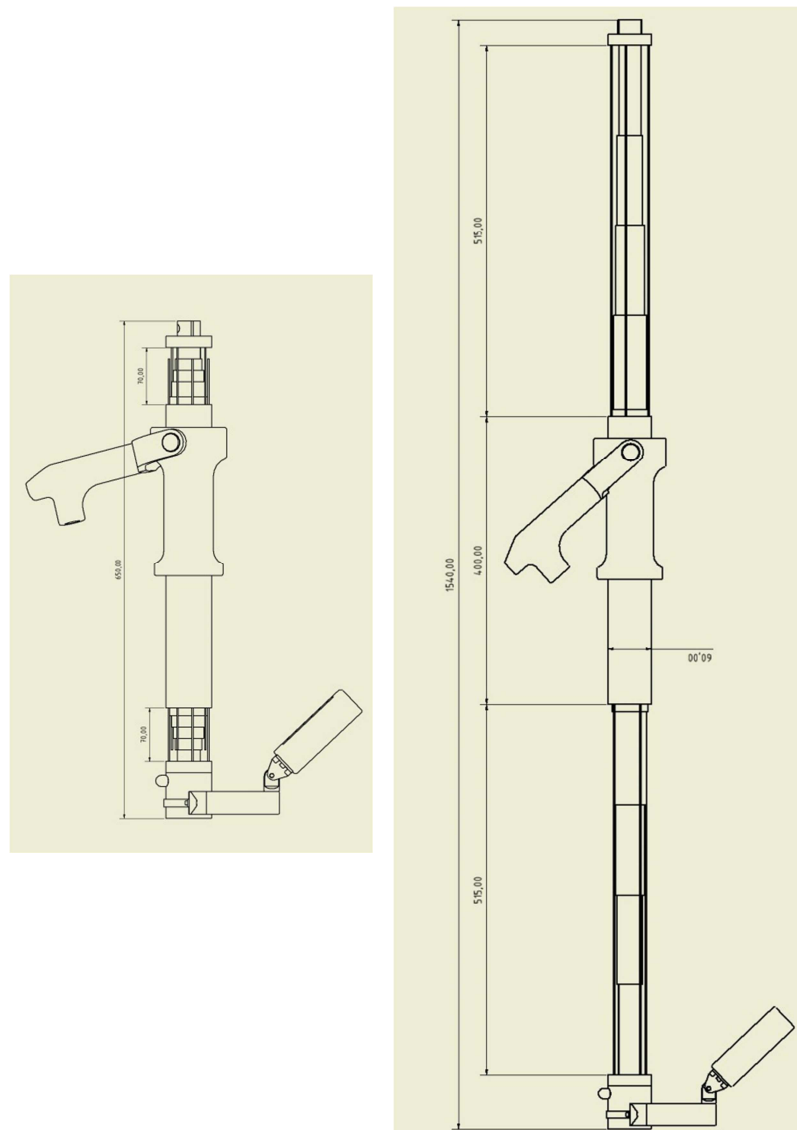


Abbildung 38: Post im eingefahrenen und ausgefahrenen Zustand

Die Distanzbereiche von eingefahrenem Post und Super Post liegen zwischen 65 cm und 154 cm.

Aus eigener Erfahrung, sollte bei einem Super Post  $\frac{1}{3}$  der Länge oberhalb des Gimbals und  $\frac{2}{3}$  der Länge unterhalb des Gimbals liegen. Da die Kamera in der Regel der schwerste Teil des Systems ist, muss man bei einem horizontalen Ausfahren der Kamera das Gegengewicht entsprechend verlängern, um eine gleichbleibende Balance zu erzielen.

Dies ist jedoch stark kameraabhängig. Je leichter die Kamera ist, desto mehr verschieben sich die Längen zu einem annähernd paritätischen Verhältnis. Ein lang ausgezogenes Rig ist unanfälliger gegen Beschleunigungskräfte, da die Massen weit ausgelagert sind. Es kann jedoch den Operator schnell behindern. Ein kurzer Post lässt sich zwar besser führen, ist aber anfälliger gegen Beschleunigungskräfte.

Der motorisierte Post funktioniert ohne Werkzeug, effektiv und schnell.

## 6 Potenziale und Anforderungen der Steadicam

Zunächst stellte die Steadicam ein rein technisches Bindeglied zwischen Handkamera und existierenden Mounting - Systemen dar. Doch erwies sie sich mehr und mehr als eigenständiges dramaturgisches Gestaltungsmittel.

*„Steadicam soll kein Ersatz sein für Dolly oder Stativ. Aber es ist ideal für alles, was man nicht mit Dolly, Stativ oder Handkamera machen kann. Da bietet Steadicam enorme Möglichkeiten an Eleganz, Beweglichkeit, Vitalität, Grazie, künstlerischer Ausdruckskraft. Es wird zur Persönlichkeit. Das ist mit keinem andern Gerät zu erreichen. Darum ist Steadicam so wertvoll.“ (Wilm, 1987, S. 46)*

So dient sie also rein technisch, als inzwischen unverzichtbares Realisationsmittel, wenn Kran oder Dolly durch zu enge Räumlichkeiten oder unebenes Terrain nicht oder nur mit größtem und oft kostenintensivem technischen Aufwand einsetzbar wären oder Zeitknappheit ein umständliches Schienenverlegen verbieten. Sie kann, durch innenwohnende Federarm- Hubbewegungen, über Hindernisse hinwegschweben und selbst beengteste Drehorte durch Kamerabewegung authentisch miterlebbar machen.

Steadicam gehört seit ihrem Bekanntwerden in der Filmbranche heute zum ganz normalen Werkzeug vor allem auch bei TV- Liveübertragungen, Unterhaltungssendungen, der Produktion von Werbefilmen und Videoclips der Musikbranche. Immer extremere Bilder werden angeboten, die Steadicam ist dabei in vielen Situationen konkurrenzloses Instrumentarium. Ihren ersten großen „Liveauftritt“ im Fernsehen hatte die Steadicam bei der Oscar-Verleihung im Jahr 1977, bei der Garret Brown selbst als Operator agierte.

Die Einsatzgebiete der Steadicam sind heute so groß, wie das Spektrum von Film- und Fernsehproduktionen. Spezialfassungen und verkürzte Posts machen ihren Einsatz auch in bzw. an Fahrzeugen, Fluggeräten, Dollys und sogar Pferdesatteln möglich.

Als filmdramaturgisches Gestaltungsmittel birgt sie jedoch ihre eigenen Reize.

Mit der Steadicam übernimmt die Kamera zeitweilig eine Art „Beobachterposition“, da sie die Bewegungsfreiheit der eher lebendigen Handkamera und das „stumme“ Gleiten des Dollys ineinander vereint und dadurch den visuellen Wahrnehmungsradius des Menschen weitgehend kopiert. Sie kann aber auch die Position des Protagonisten einnehmen, indem sie gewissermaßen an der Handlung teilnimmt und sich aus seiner Perspektive mit den Gedanken und Gefühlen und der Direktheit seiner Wahrnehmung identifiziert. Das Spiel zwischen beobachtender Kamera und Point of View wurde im

Film „Lola rennt“<sup>11</sup>, Tom Tykwer deutlich. Die Steadicam wurde unmittelbarer Bestandteil dessen, was der Film erzählen wollte und erzielte durch die hohe Eigendynamik bei fortwährender prägnanter Aufmerksamkeitslenkung eine unübertroffene ästhetisch dramaturgische Wirkungsweise. In Michael Wadleighs „Wolfen“ (1981) ist die Steadicam durchgängiges dramaturgisches Instrumentarium. Sie taucht durch die Lowmode – Perspektive in das Wesen der Wölfe und verbildlicht sie als Jäger und Gejagte auf atemberaubende Weise. Diese einzigartigen Darstellungen galten auch für spätere Filme, in denen Tiere zu Akteuren in Spielfilmen oder Dokumentationen wurden, als Vorbild.

Steadicam-Fahrten müssen immer dem Erzähltempo und dem Rhythmus der Filmsequenzen angepasst sein. Es liegt nahe, sie vor allem dann einzusetzen, wenn Bewegtes in Bewegung erzählt werden soll oder unerwartete Aktionen präzise „eingefangen“ werden müssen.

Zitat Lusznat Webseite: „..., sie kann beschleunigen, stehenbleiben und verweilen, einfühlsam langsam und rasant schnell sein.“ (Lusznat H. , 2010-2011)

Die Potenziale, die Steadicam ohnehin bietet, Räumlichkeit zu verkörpern, wird durch die Vernetzung mit der 3D Technik auf ein Novum gebracht. In Wim Wenders Hommage an die Choreografin Pina Bausch erlebt der 3D – Film ein neues, mitreißendes Wirkungsfeld und bahnt den Weg, Bühnenaufführungen – seien es Tanz, Schauspiel oder Oper- greifbar, fast spürbar lebendig miterlebbar zu machen. Das Bühnenbewegtbild wird mit dem Filmbewegtbild dank ausgeklügelter Perspektiven von Steadicam und Teleskopkamerakran intelligent vereint.

*„...Und vielleicht war die 3D-Technik noch nie so sinnvoll eingesetzt wie hier. Das ist nicht einfach abgefilmtes Theater, hier hat die Bühne Raum und Tiefe, und die Tänzer sind einem dabei so nah, wie sie es in keinem Theatersaal sein könnten.“ (Sander, 14. Februar 2011)*

Aus bildästhetischer Sicht, vermitteln Steadicam und Kran ein Gefühl von Leichtigkeit und Freiheit, sie umschwirren die Tänzer und fangen die ahnungsvollen Momente und Emotionen ihrer Bewegtheit auf. Sie kontrastieren die schwer und starr wirkenden Stativaufnahmen. Durch die Mischung dieser Elemente wird, die durch den Tanz vermittelte Aussage verstärkt und eine einzigartige Bildspannung erzeugt. Tanz ist ohne Raum

---

<sup>11</sup> Regie Tom Tykwer 1998

nicht annähernd so plastisch und faszinierend. Im Film „Pina“<sup>12</sup> ist die Leinwand das Bühnenportal und suggeriert dem Zuschauer eine echte Bühnenaufführung. Durch die 3D – Technik ist eine natürliche Wiedergabe und Wahrnehmung des Raumes geboten.

Die Kraft, Erzählweisen zu intensivieren, liegt auch darin, den Fluss einer Szene auch in ihrer Länge organischer zu machen ohne sie durch Schnitte künstlich zu unterbrechen. Doch genau darin liegt auch die Kunst ihres Einsatzes. Schnell gelangen, unwichtige oder sogar ablenkende Details ins Bild, ein Zuviel an Bildinformation kann dadurch die Intention einer Kamerafahrt schnell aufheben.

Der Steadicam-Einsatz erfordert eine spezielle Technik der Szenenausleuchtung. Durch die Mobilität und Freizügigkeit der Steadicam im Raum entstehen schnell ungewollte Schatten. Es ist daher nötig, das Set weitgehend von oben und mit weichem Licht auszuleuchten.

Jeder Einsatz der Steadicam bedarf einer tragfähigen dramaturgischen Motiviertheit, damit die Interessantheit und Einzigartigkeit der aufgeführten Potenziale nicht verloren geht. Er sollte nicht auf bloße Effekthascherei um jeden Preis absehen. Ihr Einsatz könnte einer klaren und kontrastreichen Bilddramaturgie auch ermüdend entgegenwirken. Deshalb sollte die angestrebte Funktion der Steadicam bereits bei der Planung und Entwicklung der Drehbuchvorlage berücksichtigt werden. Erfolgreiche Produktionen beziehen erfahrene Operator bereits in szenische Festlegungen und Planungsvarianten ein.

*„Beim Spielfilm ist eine der schwierigsten Aufgaben, den visuellen Stil festzulegen. Wenn das nicht entschieden wird, bevor die Dreharbeiten beginnen, wird der fertige Film wahrscheinlich einen zerrissenen, nicht ausgewogenen Eindruck beim Besucher hinterlassen, der ihn unbewusst verwirrt. Wird Steadicam nur teilweise eingesetzt, muss man darauf achten, dass zum einen die gesamte Szene übereinstimmt in Stimmung und Stil und dass zum anderen die Steadicam-Aufnahmen nicht im Widerspruch stehen zum visuellen Stil des ganzen Films.“ (Wilm, 1987, S. 52)*

Ihr Einsatz sollte grundsätzlich immer nur dann erfolgen, wenn die angestrebten Effekte nur und ausschließlich durch dieses Stabilisierungssystem erzielt werden können. Das Schweben und die Beweglichkeit der Steadicam suggerieren eine schwerelose Leichtigkeit, die die tatsächlichen körperlichen Belastungen des Operators schnell vergessen lassen. Durchschnittlich muss ein Operator mit 25 bis 35 Kilogramm feinabge-

---

<sup>12</sup> Regie Wim Wenders 2011

stimmte Bewegungen, teilweise in unterschiedlichem Tempo und über unwegsames Gelände vollziehen.

Die Bedienung einer Steadicam erfordert ein ganzes Gefüge von Anforderungen und verlangt ein ausgiebiges und geduldiges Training. Als Grundvoraussetzung gilt vor allem Erfahrung mit der konventionellen Kameraführung.

Der in Gebrauchsanleitungen dokumentierte Aufbau und die beschriebene Ausbalancierung des jeweiligen Systems ersetzen keinesfalls ein im Detail angeleitetes Kennenlernen und Training der Handhabung. Weltweit angebotene Workshops versuchen deren „Mentalität und Geist“ zu vermitteln.

*“Für Steadycam-Einsätze muss man zum Beispiel neu laufen lernen- mit kurzen Schritten und ein wenig in der Hocke. Man muss mit seinem Steadycam tanzen, man muss diese widerspenstige Dame führen lernen...” (Wunderlich, 1/08, S. 48)*

Insgesamt beruht dieser „Tanz“ auf einem, dem System innewohnenden Balanceakt. Inhalt erster Übungen ist das Gehen auf der Linie bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines ausgewogenen Horizonts und das Anpeilen eines Fixpunktes mit Hilfe des im Monitor eingeblendeten Fadenkreuzes. Die physische Entkopplung verlangt einen feinnuancierten Ganzkörpereinsatz um die gewünschten schwebenden Bilder mit der zuvor justierten, physikalisch notwendigen, Statik- und Dynamikbalance erzeugen zu können. Die schnellen, rasanten Kamerafahrten sind dabei einfacher umsetzbar als die ruhigen langsamen. In letzteren wird erst das perfekte Zusammenspiel von Operator und System deutlich, da der Federarm hochfrequente Schwingungen besser absorbieren kann als niederfrequente langsamere Bewegungen. Die Königsklasse der Steadicam-Führung und auch das Finale mancher Workshops ist das Treppensteigen und das Passieren unebener Areale. Dies erfordert eine propriozeptive Feinabstimmung von zuvor oft vernachlässigter Tiefenmuskulatur und ist deshalb in der spezifischen Aneignung nicht zu unterschätzen und eher von einzukalkulierenden Misserfolgserlebnissen geprägt. Die Handhabung wird durch ein höheres Systemgewicht eher erleichtert als erschwert, da so die Masseträgheit und damit der stabilisierende Effekt erhöht werden.

Weltweit stehen die inzwischen viel verkauften Steadicam- Systeme im Missverhältnis zur Zahl ausgebildeter Operateure, als wirkliche Experten werden nur wenige gesehen.

Die Anschaffungskosten für eine komplette Steadicam – Ausrüstung betragen im professionellen Bereich zwischen 45.000 Euro und 60.000 Euro. Wenig üblich ist der Verleih solcher Ausrüstungen, da jeder Operator meist Systeme nutzt, die auf seine Ansprüche konkret zugeschnitten sind.

## 7 Resümee

Das 1974 von Garret Brown entwickelte Steadicam – System ist heute allgemeines Synonym für die Entfesselung der Kamera. Die Steadicam wurde unter der Lizenz von Cinema Products Corporation bis zum Jahr 2000 in seiner Handhabbarkeit, in der technischen Ausstattung und im Design schrittweise perfektioniert. Für die Funktionsweise grundlegend war dabei, die Dynamikbalance als essentielle Voraussetzung zur optimalen Bedienbarkeit zu erkennen und den Aufbau des Rigs und seiner Komponenten dahingehend anzupassen. Haltevorrichtungen für Kamera, Monitor und Akkus wurden immer variabler und flexibler bedienbar. Darüber hinaus waren die Nutzung von Highmode und Lowmode ohne aufwändige Umbauarbeiten und schließlich die Möglichkeit einen Post extrem zu teleskopieren, die entscheidenden und wegweisenden Ergebnisse dieses innovativen Entwicklungsprozesses. Im Allgemeinen ist das Prinzip und der Grundaufbau der Steadicam unverändert geblieben. Fortlaufende Modifizierungen beinhalten vor allem die Anpassung an technische Standards und Neuerungen der Kameratechnik. Dabei nimmt die Mikroprozessortechnik sowohl aktuell wie tendenziell einen entscheidenden Stellenwert ein. Neben dem Originalsystem Steadicam sind heute vergleichbare und konkurrierende Systeme fest im Markt etabliert, technisch ausgeklügelte Zusatzmodule eingeschlossen. Herausragende Innovationen sind dabei das von MK-V entwickelte AR – System und die von Garret Brown entworfene Steadicam Tango. Beide Systeme ermöglichen einen nahtlosen Übergang vom Lowmode zum Highmode und verwirklichen damit eine der wichtigsten Visionen Garret Browns in der Anwendbarkeit der Steadicam. Auch meine eigenen Ideen bewegen sich in diesem Sinne.

Der Einsatz des Gesamtsystems Steadicam ist heute fester Bestandteil von Film- und Fernsehproduktionen auch im Sinne zeitsparender und wirtschaftlicher Aspekte. Die Eigenart ihrer Kamerabewegung ermöglicht schnittfreie Sequenzen, die durch Dolly und Kran nicht erreichbar wären und beeinflussen zunehmend die Sehgewohnheiten der Zuschauer. Die Steadicam ist nicht nur technisches Hilfsmittel oder Spezial – Effektgerät, sondern bietet unverwechselbare Aufnahmen im künstlerisch- ästhetischen Bereich und eroberte auch den 3D Film. Erzählweisen werden visuell unterstützt und intensiviert, sie suggeriert gewissermaßen einen stillen Mitakteur. Dennoch muss ihrem Einsatz immer eine tragfähige dramaturgische Motiviertheit zu Grunde liegen und dem Anliegen und dem Erzähltempo einer Sequenz Rechnung tragen. Der schwebende sanfte Charakter ungebremster Kamerabewegungen entspricht nicht immer der abrupten Realität des eher ungebremsten hektischen Alltags, hier sollte meines Erachtens die Handkamera in ihrer Direktheit ein unverzichtbares künstlerisch-authentisches Werkzeug bleiben. Zuweilen wird die Glaubwürdigkeit einer Handlung aber auch eher durch distanziertere statische Aufnahmen erzeugt, da sie ein Abgrenzen oder Positio-

nieren des Zuschauers unterstützen. Der Steadicam - Einsatz sollte also nicht um jeden Preis erfolgen, er sollte sich in einer gesunden Mischung zwischen allen zur Verfügung stehenden Kamera – Mountingsystemen positionieren.

Die Potenziale der Steadicam wurden durch das breite Angebotsspektrum auch zunehmend für die Zielgruppe der Amateurfilmer und den semiprofessionellen Bereich, nicht zuletzt auch durch weniger kostenintensive vereinfachte Modelle, zugänglich gemacht.

Im professionellen Bereich wird die Arbeit mit der Steadicam immer Spezialisten fordern – sich aufzumachen auf den Weg, die vielfältigen hohen Anforderungen an einen Operator zu erfüllen, eröffnet ein spannendes und schöpferisches Wirkungsfeld.



# Quellennachweis

## Zitate

Brown, G. (Dec. 1988). "Ancient History". *Steadicam Letter Nr3*. Seite 1-16.

Eisner, L. H. (1967). *Murnau, Der Klassiker des deutschen Films*. Germany: Friedrich Verlag.  
Seite 43-45.

Eue, R. (Juni 2002). Zitat nach Garret Brown "Die elegant entfesselte Kamera". *NZZ Online*.  
Abgerufen 8. 11. 2011

Lusznat, H. A. (2001). "Ganz klein und ganz groß". *Film & TV Kameramann Heft 8*,  
Seite 142 -146.

Lusznat, H. A. (2010-2011). *www.lusznat.de*. Abgerufen am 13. 10. 2011

Lusznat, H.A.(Juni 1986).Interview mit Garret Brown "Steadicam - Tanz mit der Kamera".  
*Film & TV Kameramann*. Seite 48-51

Sander, D. (14. Februar 2011): Filmkritik Pina. In *www.film-zeit.de*, Artikel von *Der Spiegel*.  
Abgerufen am 15. 10. 2011

Wilm, B. (1987) Zitat nach Ted Churchill: "Was immer ich tue, es muß Spaß machen!".  
*Film & TV Kameramann*, Seite 46-53.

Wunderlich, A. (1/08): Tanz mit der Kamera, *www.videofilmen.de*. Abgerufen am 1. 10. 2011,  
Seite 46-48.

## Bücher

Steadicam Techniques & Aesthetics, Serena Ferrara

„Murnau“ Der Klassiker des deutschen Films, Lotte H. Eisner

„Dadek“ Das Filmmedium Walter Dadek

Steadicam resource manual

## Zeitschriften

„Steadicam mittlerweile ein ganz normales Tool“ Film & TV Kameramann Heft Juli 1995

„Vom Sinn und Unsinn des Steadicam – Einsatzes“ Film & TV Kameramann Heft September 1991

„Steadicam – Tanz mit der Kamera“ Film & TV Kameramann Heft 1986

„Was immer ich tue, es muß Spaß machen“ Film & TV Kameramann Heft Juli 1987

„Neue Kreativität durch Steadicam“ Film & TV Kameramann Heft Jan 1978

„Ganz klein und ganz groß“ Film & TV Kameramann Heft August 2001

„Welche Weste ist die Beste?“ Film & TV Kameramann Heft März 2004

„Körperentkopplung“ Film & TV Kameramann Heft März 2007

Steadycam Letter "Ancient History, McConkey in Thailand" Dezember 1988

## Internet Quellen

Hans Albrecht Luszkat [www.lusznat.de](http://www.lusznat.de)

Film und Videoklub Villach 20 Grundregeln für Kamerabewegungen [www.fvk.at](http://www.fvk.at)

NZZ Online „Die elegant entfesselte Kamera“ [www.nzz.ch](http://www.nzz.ch)

[www.Videofilmen.de](http://www.Videofilmen.de)

[www.video aktiv.de](http://www.video-aktiv.de)

Google Patents

[www.tiffen.com](http://www.tiffen.com)

[www.Betz-Tools.com](http://www.Betz-Tools.com)

[www.mk-v.com](http://www.mk-v.com)

[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

Pina Kritik [www.film-zeit.de](http://www.film-zeit.de)

## Anlagen



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 11 773 C 2

21 Aktenzeichen: 197 11 773.2-22  
22 Anmeldetag: 21. 3. 97  
43 Offenlegungstag: 24. 9. 98  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 7. 99

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 66 F 3/10

DE 197 11 773 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Hüller Hille GmbH, 71636 Ludwigsburg, DE; A.  
Mannesmann Maschinenfabrik GmbH & Co KG,  
42859 Remscheid, DE

74 Vertreter:

Dahlkamp, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 45128 Essen

72 Erfinder:

Horn, Wolfgang, Dr., 74385 Pleidelsheim, DE;  
Grüttner, Ulrich, 42929 Wermelskirchen, DE

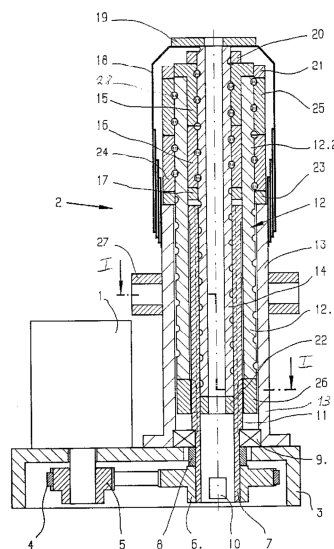
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 44 26 937 C1  
DE 29 04 110 A1  
DE 28 44 436 A1  
AT 1 76 649  
US 15 18 490

54 Teleskopvorschubeinheit

57 Teleskopvorschubeinheit als Gewindespindeltrieb bestehend aus

- a) einer Antriebshohlwelle (7), die an einem Ende in einem Gehäuse (3) gelagert ist und mit einem Antriebsmotor (1) verbunden ist und mit dem freien Ende in eine Teleskopeinheit (2) hineinragt,  
b) einer koaxial die Antriebshohlwelle (7) umgebenden, fest mit dem Gehäuse (3) verbundenen äußeren Hülse (13), die am freien Ende mindestens eine Mutter (24, 25) mit Innengewinde besitzt,  
c) einem zwischen Antriebshohlwelle (7) und der äußeren Hülse (13) rotierenden axial verschiebbar angeordneten inneren Teil (12.1) einer Hohlspindel (12), der drehfest mit der Antriebshohlwelle (7) über eine Schiebebuchse (26) verbunden ist und ein Außengewinde besitzt,  
d) einem äußeren Teil (12.2) der Hohlspindel (12), der über das Ende der Antriebshohlwelle (7) hinausragt und Außengewinde besitzt, das mit dem Innengewinde der Mutter(n) (24, 25) zusammenwirkt,  
e) einer in der Antriebshohlwelle (7) axial verschiebbar angeordneten, sich nicht drehenden inneren Spindel (14) mit Außengewinde, das mit dem Innengewinde der Hohlspindel (12) zusammenwirkt, wobei  
f) die Spindeln (12, 14) und die Muttern (15, 16, 24, 25) jeweils zu einem Kugelgewindetrieb zusammengefügt sind.



DE 197 11 773 C 2

## DE 197 11 773 C 2

1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Teleskopvorschubeinheit als Gewindespindeltrieb.

Aus der AT-PS 176649 ist eine Teleskopvorschubeinheit bekannt, wobei mit Gewinde in Eingriff stehende und durch einen zentralen Trieb gegenüber einem äußeren, feststehenden Rohr in Drehung versetzte und somit verschiebbare Rohre eine teleskopartige Hubeinrichtung bilden und der zentrale Trieb aus coaxial zu den Rohren angeordneten, an einer gegenseitigen Verdrehung gehinderten, teleskopartig gegeneinander verschiebbaren Hohlwellen besteht, deren innerste an ihrem unteren Ende angetrieben ist und jedes der verdrehbaren Rohre durch eine Kupplung mit einer zugeordneten Hohlwelle verbunden ist, wobei das innerste Rohr mit der äußersten Hohlwelle durch eine feste Kupplung und die übrigen Rohre mit den entsprechenden Hohlwellen durch lösbare Kupplungen verbunden sind. Durch die Anordnung sämtlicher mit Gewinde versehener Rohre außerhalb der Antriebshohlwelle ergibt sich hierbei ein relativ großer Außendurchmesser. Außerdem ist die Verbindung der Hohlwellen mit den Gewinderohren über Kupplungen konstruktiv aufwendig. Das Gewinde zwischen den einzelnen Rohren ist dabei als Trapezgewinde mit Gleitreibung ausgebildet, welches insbesondere bei hohen Drehzahlen zu erhöhten Widerständen und Temperaturen führen kann.

In der US-PS 15 18 490 ist für einen handbetätigten Wagenheber ebenfalls eine Teleskopvorschubeinheit bekannt. Auch hierbei sind die einzelnen Rohre und Spindeln jeweils mit einem Trapezgewinde ausgestattet, das bei höheren Drehzahlen die angesprochenen Probleme verursacht.

Aus der DE 29 04 110 A1 und der DE 28 44 436 A1 ist für sogenannte Hebe- und Verschiebevorrichtungen die Verwendung von Kugelgewindetrieben bekannt, wobei diese Vorrichtungen allerdings nur für langsame, spielbehaftete Bewegungen, mit einseitiger Lastrichtung vorgesehen sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Teleskopvorschubeinheit der gattungsgemäßen Art vorzuschlagen, die einen möglichst kleinen Außendurchmesser besitzt und auch für hochdynamische Bewegungsvorgänge mit hohen Drehzahlen geeignet ist.

Die Lösung dieser Aufgabe ist im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegeben. In den Unteransprüchen 2 bis 11 sind weitere sinnvolle Ausführungsformen beschrieben.

Die erfindungsgemäße, motorgetriebene, als Kugelgewindetrieb ausgebildete Teleskopvorschubeinheit ist insbesondere in axialer Richtung sehr stabil und eignet sich für hochdynamische Bewegungsvorgänge mit hohen Drehzahlen. Die äußere Hülse und die damit am oberen Ende fest verbundenen Doppelkugelgewindemuttern mit Innengewinde sind drehfest mit dem Gehäuse verbunden, in dem die Antriebseinheit angeordnet ist. Die nicht drehenden äußeren Teile der Teleskopvorschubeinheit sind lediglich in axialer Richtung verschiebbar. Sämtliche sich drehenden Teile sind innerhalb des Gehäuses und der äußeren Hülse angeordnet, sodass die Gefahr einer Verschmutzung oder Beschädigung, insbesondere der zum Kugelgewindetrieb gehörigen Elemente, ausgeschlossen werden kann. Es hat sich dazu als günstig erwiesen, gemäß Patentanspruch 11 das äußere Ende der inneren Spindel und der Hülse mit einer Teleskopabdeckung zu versehen.

Die einzelnen sich drehenden Vortriebs Elemente der Teleskopvorschubeinheit, das sind die Antriebshohlwelle und die drehfest damit verbundene Hohlspindel, besitzen bei der erfindungsgemäßen Konstruktion einen sehr kleinen Durchmesser, sodass auch bei sehr hohen Drehzahlen relativ geringe Umfangsgeschwindigkeiten und dadurch niedrige dynamische Belastungen entstehen.

2

Zur Verringerung des Reibwiderstandes bei der axialen Verschiebung der Hohlspindel gegenüber der Antriebshohlwelle ist gemäß Anspruch 2 die Schiebebuchse, die für die drehfeste Verbindung zwischen Antriebshohlwelle und Hohlspindel sorgt, mit Gleitverbindungen oder geeigneten Wälzkörperführungen ausgerüstet.

Die Teleskopvorschubeinheit kann zur Erfassung ihrer Längenänderungen gemäß Ansprüchen 3 und 4 am antriebsseitigen Ende der Antriebshohlwelle mit einem vorzugsweise optischen Wegmeßsystem ausgerüstet sein. Dieses Wegmeßsystem kann den Abstand zur inneren Spindel erfassen. Insbesondere dann, wenn die innere Spindel als Hohlspindel ausgebildet ist, kann der Abstand zum äußeren Angriffspunkt der inneren Spindel erfaßt werden, sodass auch temperaturbedingte oder durch Spiel in den Führungen sich ergebende Längenänderungen keinen Einfluss auf das Meßergebnis haben. Als optisches Längenmeßsystem kann z. B. ein Interferometer installiert sein.

Gemäß Anspruch 6 können die innere Spindel und die drehfest, aber axial verschiebbar damit verbundene Hohlspindel über nahezu ihrer gesamten Länge ein Außengewinde besitzen. Wenn zusätzlich gemäß Anspruch 7 die äußere Hülse, gegebenenfalls gemeinsam mit den daran befestigten Muttern, im wesentlichen die gleiche Länge besitzt wie die Hohlspindel und die innere Spindel, kann die Teleskopvorschubeinheit zu einer extrem kurzen Einheit zusammengefahren und um ein maximales Maß auseinandergefahren werden.

Gemäß Anspruch 8 hat sich als günstig erwiesen, an der äußeren Hülse eine Schwenkeinrichtung anzubringen, um deren Drehachse die gesamte Teleskopvorschubeinheit geschwenkt werden kann. Diese Schwenkeinrichtung ist dann von besonderer Bedeutung, wenn eine Reihe von Einheiten, z. B. sechs Einheiten als verstellbare Füße eines Hexapod-Systemes dienen. Dabei müssen die Einheiten im Bereich ihres oberen und unteren Endes gelenkig mit einer stationären und einer verstellbaren Ebene verbunden sein.

Für die Ausbildung der Kugelgewindemuttern am Ende der äußeren Hülse und der Hohlspindel hat es sich gemäß Anspruch 9 als günstig erwiesen, mindestens zwei Muttern axial miteinander zu verbinden. Die Muttern werden dabei vorgespannt, sodass eine spielfreie Konstruktion entsteht.

Nach Anspruch 10 können am oberen und unteren Ende der Mutternpakete jeweils Hülsen angeordnet sein, die gleitend auf der inneren Spindel bzw. der Hohlspindel geführt sind. Diese an den Stirnwänden der Muttern verschraubten Hülsen können radiale Stützaufgaben übernehmen.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Fig. 1 und 2 beispielsweise erläutert. Es zeigen

**Fig. 1** einen Längsschnitt durch die erfindungsgemäße Teleskopvorschubeinheit und

**Fig. 2** einen Schnitt nach der Linie I-I von **Fig. 1**.

Gemäß **Fig. 1** ist der Antriebsmotor **1** auf der Antriebsseite parallel neben der Teleskopvorschubeinheit **2** angeordnet. In einem Gehäuse **3** wird über ein Antriebsritzel **5** und einen Zahnriemen bzw. eine Antriebskette **4** und ein Zahnrad **6** die Kraft auf die Antriebshohlwelle **7** übertragen. Die Antriebshohlwelle **7** ist über ein Kugellager **9** und einen Distanzring **8** einseitig im Gehäuse **3** gelagert. Mit dem Gehäuse **3** ist außerdem die äußere Hülse **13** fest verschraubt. Die Antriebshohlwelle **7** besitzt außen eine oder mehrere in Längsrichtung verlaufende Nuten **11**, in der eine Schiebebuchse **26** gleitend gelagert ist. Diese Schiebebuchse **26** ist am unteren Ende des inneren Teiles **12.1** einer Hohlspindel **12** angeordnet und gegenüber der axial feststehenden Antriebshohlwelle **7** aus der äußeren Hülse **13** heraus bewegbar. In den äußeren Teil **12.2** der Hohlspindel **12** sind von oben die Doppelgewindemuttern **15**, **16** mit Innengewinde

## DE 197 11 773 C 2

3

eingesetzt und fest mit der Hohlspindel verbunden. An den beiden Enden sind die Muttern **15, 16** mit Führungsringen **17 und 20** versehen, in denen die innere Spindel **14** mit Außengewinde axial verschiebbar angeordnet ist. Zwischen den Muttern **15, 16** und der Spindel **14** sind die Kugeln **28** in der Gewindeführung gelagert. Die innere Spindel **14** besitzt darüber hinaus am antriebsseitigen Ende einen Führungsring **22** und am äußeren Ende eine Platte **19**, die gegebenenfalls an dem zu bewegenden Teil befestigt wird. Zwischen der äußeren Platte **19** und der äußeren Hülse **13** ist die Teleskopabdeckung **18** befestigt. Mit dem äußeren Ende der Hülse **13** sind mit gleichem Durchmesser die Doppelkugelmuttermutter **24, 25** fest verbunden. Diese Muttern **24, 25** besitzen ein Innengewinde, das über die Kugeln **28** mit dem Außengewinde der Hohlspindel **12** zusammenwirkt. An den beiden Enden der Muttern **24, 25** sind die Führungsringe **21 und 23** befestigt. Am unteren Ende der Teleskopvorschubeinheit **2** ist außerdem ein optisches Wegmeßsystem **10** installierbar, das durch die Antriebshohlwelle **7** und bei hohl ausgebildeter Spindel **14** die axiale Bewegung der äußeren Platte **19** erfäßt.

Je nach den Einsatzbedingungen der erfindungsgemäßen Teleskopvorschubeinheit kann der Antriebsmotor auch an anderer Stelle, z. B. in axialer Richtung am unteren Ende der Antriebshohlwelle **7** angeordnet sein.

## Bezugszeichenliste

1	Antriebsmotor	
2	Teleskopeinheit	30
3	Gehäuse	
4	Zahnriemen, Antriebskette	
5	Antriebsritzel an 1	
6	Zahnrad an 7	
7	Antriebshohlwelle, Keilwelle (drehend)	35
8	Distanzring	
9	Kugellager	
10	optisches Wegmeßsystem	
11	Nut in 7	
12	Hohlspindel mit Außengewinde (drehend)	40
12.1	innerer Teil von 12	
12.2	äußerer Teil von 12	
13	äußere Hülse (feststehend)	
14	innere Spindel mit Außengewinde (nichtdrehend, axial verschiebbar)	45
15, 16	Muttern mit Innengewinde, drehfest mit 12 verbunden (drehend und axial verschiebbar)	
17	Führungsring an 16	
18	Teleskopabdeckung	
19	äußere Platte an 14	50
20	Führungsring an 15	
21	Führungsring an 25	
22	Führungsring an 14	
23	Führungsring an 13 und 24	
24, 25	Muttern mit Innengewinde, drehfest mit 13 verbunden	55
26	Schiebebuchse an 12.1 in 11	
27	Schwenklagerung	
28	Kugeln	60

## Patentansprüche

1. Teleskopvorschubeinheit als Gewindespindeltrieb bestehend aus
  - a) einer Antriebshohlwelle (7), die an einem Ende in einem Gehäuse (3) gelagert ist und mit einem Antriebsmotor (1) verbunden ist und mit dem freien Ende in eine Teleskopeinheit (2) hineinragt,

4

- b) einer koaxial die Antriebshohlwelle (7) umgebenden, fest mit dem Gehäuse (3) verbundenen äußeren Hülse (13), die am freien Ende mindestens eine Mutter (24, 25) mit Innengewinde besitzt,
- c) einem zwischen Antriebshohlwelle (7) und der äußeren Hülse (13) rotierenden axial verschiebbar angeordneten inneren Teil (12.1) einer Hohlspindel (12), der drehfest mit der Antriebshohlwelle (7) über eine Schiebebuchse (26) verbunden ist und ein Außengewinde besitzt,
- d) einem äußeren Teil (12.2) der Hohlspindel (12), der über das Ende der Antriebshohlwelle (7) hinausragt und Außengewinde besitzt, das mit dem Innengewinde der Mutter(n) (24, 25) zusammenwirkt,
- e) einer in der Antriebshohlwelle (7) axial verschiebbar angeordneten, sich nicht drehenden inneren Spindel (14) mit Außengewinde, das mit dem Innengewinde der Hohlspindel (12) zusammenwirkt, wobei
- f) die Spindeln (12, 14) und die Muttern (15, 16, 24, 25) jeweils zu einem Kugelgewindetrieb zusammengefügt sind.

2. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schiebebuchse (26) gleitend oder mit Hilfe von Wälzkörpern zwischen Antriebshohlwelle (7) und innerem Teil (12.1) der Hohlspindel (12) geführt ist.
3. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass am antriebsseitigen Ende der Antriebshohlwelle (7) ein Wegmeßsystem (10) zur Erfassung der Längenänderung der Teleskopeinheit (2) angeordnet ist.
4. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Wegmeßsystem (10) der Abstand zum Anfang und/oder Ende der inneren Spindel (14) erfassbar ist.
5. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Spindel (14) über ihrer gesamten Länge als Hohlspindel oder als Vollstab ausgebildet ist.
6. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die innere Spindel (14) und/oder die Hohlspindel (12) über nahezu ihrer gesamten Länge ein Außengewinde besitzen.
7. Teleskopvorschubeinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Hülse (13), die Hohlspindel (12) und die innere Spindel (14) im wesentlichen die gleiche Länge besitzen.
8. Teleskopvorschubeinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der äußeren Hülse (13) eine Schwenkeinrichtung mit Drehachse senkrecht zur Längsachse der Hülse angeordnet ist.
9. Teleskopvorschubeinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Anordnung von jeweils mindestens zwei in axialer Richtung hintereinander angeordneten und miteinander verbundenen Kugelgewindemuttern (24, 25) und/oder Kugelgewindemuttern (15, 16), die mit dem äußeren Teil (12.2) der Hohlspindel (12) bzw. der äußeren Hülse (13) drehfest verbunden sind.
10. Teleskopvorschubeinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass an den beiden Enden der Kugelgewindemuttern (15, 16 und/oder 24, 25) jeweils Führungsringe (17, 20 bzw. 21, 23) befestigt sind, die

DE 197 11 773 C 2

5

6

gleitend auf dem Außendurchmesser der inneren Spindel (14) bzw. dem äußeren Teil (12.2) der Hohlspindel (12) geführt sind.

11. Teleskopvorschubeinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am äußeren Ende der inneren Spindel (14) eine Teleskopabdeckung (18) befestigt ist, die die Muttern (24, 25) umschließt und deren unteres Ende mit dem äußeren Umfang der Hülse (13) verbunden ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

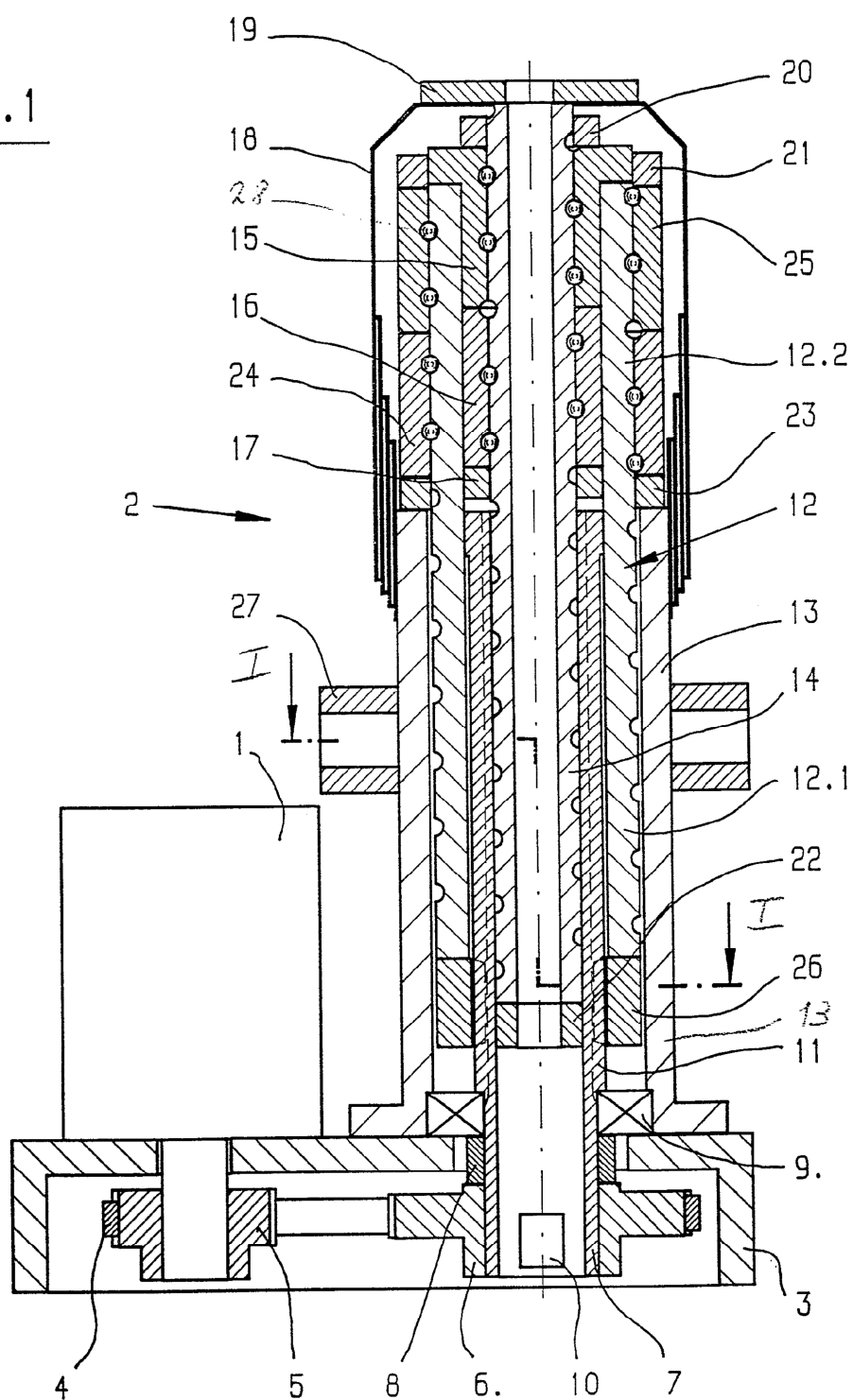
DE 197 11 773 C2

Int. Cl. 6:

B 66 F 3/10

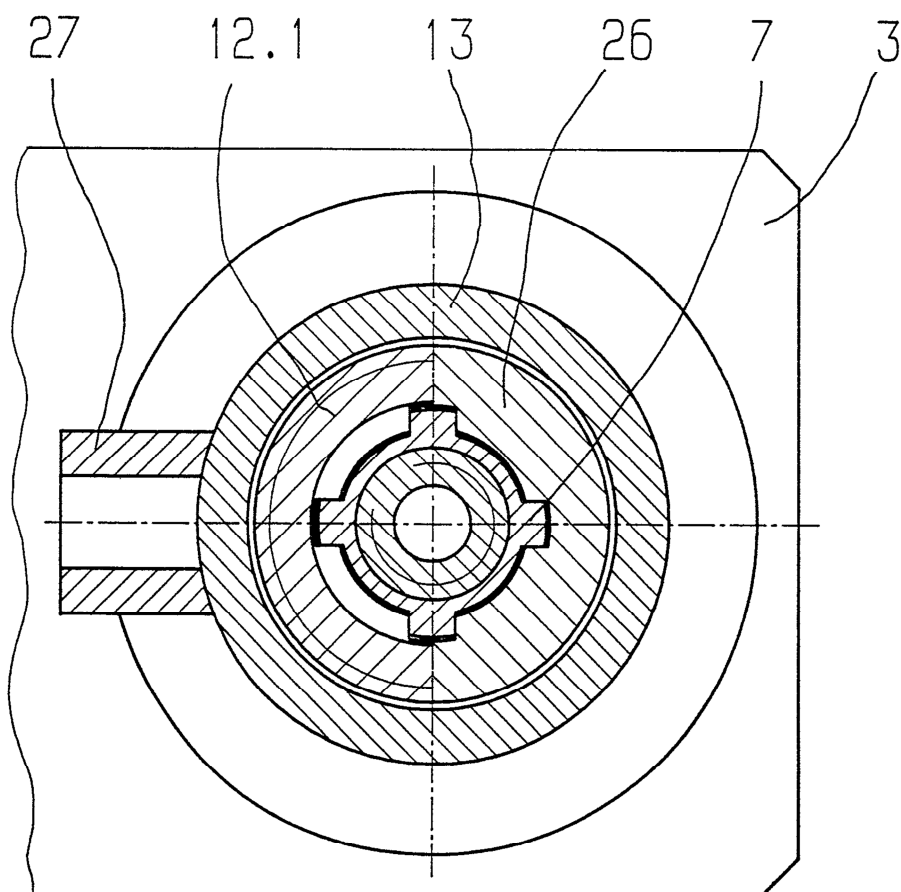
Veröffentlichungstag:

29. Juli 1999

Fig.1

902 130/173



Fig.2

## **Eigenständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, Datum

Vorname Nachname